Veränderungen von Atmung und Zwerchfell-Hubhöhe im Sitzen in verschiedenen Sitzhaltungen

von

Norbert Waluga

aus Königshütte

1962 № 18

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen
Direktor: Prof. Dr. med. G. H e g e m a n n

Veränderung von Atmung und Zwerchfell-Hubhöhe im Sitzen in verschiedener Sitzhaltung

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Vorgelegt von
Norbert W a l u g a
aus Königshütte

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg.

Dekan: Prof. Dr. G. H e g e m a n n
Referent: Priv.-Doz. Dr. H. S c h o b e r t h
Korreferent: Prof. Dr. G. H e g e m a n n

Tag der mündlichen Prüfung: 30.3.1962

G l i e d e r u n g

	Seite
Einleitung	4
Häufigkeit von Haltungsfehlformen (Literaturangaben)	6
Problematik der Sitzhaltung	9
Körperhaltung und Atmung	13
Gesamtatembewegung	15
Atembewegung und Kreislaufwirkung	16
Wirbelsäulenhaltung und ihre Beziehung zur Atmung	18
Zwerchfellmechanik	21
Zusammenfassung (Allgemeiner Teil)	23
Röntgenologische Messung der Zwerchfellhubhöhe (Methodik, Ergebnis)	24
Spirographische Messung der Atemfunktionsgrößen	29
Technik	30
Erläuterung der Begriffe einzelner Atemfunktionsgrößen	31
Normalwerte von Atemfunktionsgrößen	32
Ergebnisse der durchgeführten spirographischen Messungen	33
Zusammenfassung (Spezieller Teil)	59

Haltungsfehlformen beim Menschen als Folge von zivilisatorischen Haltungsschäden und deren Auswirkung auf den Organismus, ein seit langem diskutiertes Thema, das sowohl in der Allgemeinmedizin als im besonderen in der Orthopädie immer wieder zu neuen Betrachtungen Anlaß gibt.

In der vorliegenden Arbeit soll die Beeinflussung der Atmung, ausgedrückt in den Atemgrößen:

a) Vitalkapazität
b) Atemgrenzwert
c) Reserveluft

sowie die Veränderung der Hubhöhe des Zwerchfelles beim Sitzenden in verschiedener Sitzhaltung untersucht werden.

Hierzu wurden als spezielle Haltungsformen das Sitzen mit Rundrücken sowie die aufrechte Sitzhaltung ausgewählt (Abbildung 1 und 2).

Abb.1

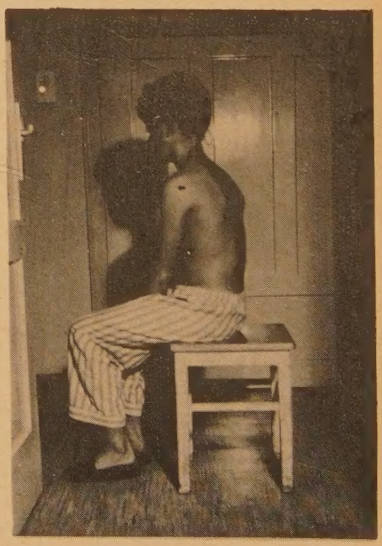


Abb.2

Auf die Gründe der Auswahl dieser Haltungsformen wird im folgenden noch eingegangen werden.
An Hand der gefundenen Werte soll im Vergleich zueinander geprüft werden, ob und inwieweit eine der beiden Sitzhaltungen als eine insbesonders für die Atmung schädliche Haltungsform zu betrachten ist.

Zu der Aufstellung der Untersuchungsreihe wurden 40 als organisch gesund zu betrachtende Personen im Alter von 15 - 30 Jahren ausgewählt. Diese Altersstufe wurde bewußt bevorzugt, da, wie von einigen Autoren (R A N K E , D E U T S C H L Ä N D E R , S P I T Z Y , S C H W A B E , S C H M I T T u.a.) betont, in diesem Alter ein Großteil von eventuellen Sitzschäden meistens noch nicht zu einem fixierten Schaden am menschlichen Körper geführt hat. Zum anderen sind erfahrungsgemäß zu diesem Zeitpunkt pathologische Organveränderungen, vor allem der Atmungsorgane, noch zahlenmäßig weniger häufig vorhanden und deshalb besser ausschließbar.

Bevor jedoch auf die dazu notwendigen Untersuchungsanordnungen sowie auf die erzielten Untersuchungsergebnisse näher eingegangen wird, sollen zunächst in einem allgemeinen Teil in Kürze an Hand einer Literaturauswahl

1. Häufigkeit von Haltungsfehlformen
2. Problematik des Sitzens
3. Atemmechanismus
4. Gesamtatmung und Wirbelsäulenhaltung
5. Atembewegung und Atemfunktion

soweit sie im Rahmen dieser Erläuterung in Betracht zu ziehen sind, besprochen werden.

Nach einer kurzen Zusammenfassung am Ende des 1. Teiles folgt dann im 2. Teil der Abhandlung im einzelnen die Beschreibung der Untersuchungsanordnungen und die Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse.
Am Schluß der Arbeit folgt eine Gesamtbetrachtung über das Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen.

Häufigkeit von Haltungsfehlformen

H A G L U N D fand im Jahre 1910 bei Untersuchungen von Wirbelsäulenverkrümmungen in einer Stockholmer Volksschule, daß es sehr schwer war zwischen Kindern, welche Veränderungen am Rumpf in Form von Skoliosen oder sagittalen Wirbelsäulendeformitäten hatten, auszuwählen. Sie waren nämlich so fürchterlich zahlreich, daß es fast unmöglich gewesen wäre, alle einer detaillierten Spezialuntersuchung binnen nicht allzu entfernter Zeit zu unterwerfen.
Ein wenn auch nur leidlich symmetrisch und im übrigen wohlgebautes Individuum war eine Seltenheit.
H A G L U N D zog hieraus den Schluß, daß fast drei Viertel der untersuchten Schüler einer Volksschule aus wohlhabendem Stadtteil mit leichteren bis mittelschweren Haltungsschäden, ein Viertel jedoch mit wirklich bedeutendem Gebrechen der Wirbelsäulenhaltung behaftet waren; eine in seinen Augen wirklich haarsträubende Tatsache, die einen beinahe unumstößlichen Beweis dafür zu liefern scheint, wie er es ausdrückt, daß sich die Großstadtbevölkerung auf einer schiefen Ebene befindet, was zu einer höchst bedeutenden Verschlechterung des Geschlechtes an physischer Kraft und Widerstandsfähigkeit gegen Krankheit und anderes Unglück führen kann.

D E U T S C H L Ä N D E R (1923) fand bei einer Untersuchung der Häufigkeit der Wirbelsäulen- und Haltungs-

abweichungen im Adolescentenalter in Hamburg (Berufsschule) bei 3 878 Untersuchten der Unterklassen (14-15 Jahre), der Mittelklassen (16 Jahre) und der Oberklassen (17-18 Jahre), insgesamt 1042 = 26 % mit normaler oder wenigstens annähernd normaler Haltung. 2080 = 53 % wiesen deutliche Haltungsabweichungen auf. Unter dem Bilde der muskulären Insuffizienz zeigten sich Anlagen zu Skoliosen, Verbiegungen der Wirbelsäule von hinten nach vorne, also Rundrücken und Hängebauch.
Diese Veränderungen waren noch nicht fixiert, sondern konnten durch aktiven Selbstausgleich wenigstens vorübergehend wieder in eine normale Haltung zurückgeführt werden. 735 = 19,9 % zeigten bereits fixierte einwandfreie Wirbelsäulenskoliosen, 21 = 0,5 % waren schon zu echten Krüppeln infolge schwerster Skoliosenbildung geworden. Diese Zahlen, so meint er, lassen erkennen, daß noch nicht einmal drei Zehntel unserer heranwachsenden Jugend mit einer normalen Körperhaltung ausgestattet ist, daß über die Hälfte Veränderungen im Sinne einer schlechten Haltung aufweisen, daß fast bei einem Fünftel der Fälle eine echte Skoliosenbildung, wenn auch meist leichter Art, besteht, während Verkrüppelungen infolge Skoliose nur etwa in einem halben Hundertsatz festzustellen waren.

K O L B (1924), Schularzt der Rupprecht-Oberrealschule München, stellte das gehäufte Auftreten von schlechter Haltung, besonders Rundrücken und mangelhafte Atmung bei allen Klassenbesichtigungen und Einzeluntersuchungen fest und bezeichnet die Übungen der Atmung und Haltung für den heranwachsenden Kopfarbeiter geradezu als Lebensnotwendigkeit.

Mit vollem Recht bezeichnete R A N K E die aus mangelnder Atmung und Haltung im Schulalter entspringenden, meist unverbesserlichen Fehler als "die Berufskrankheit des Schülers"

und forderte, daß die Schule diese Berufskrankheit durch entsprechende Gegenwirkung bekämpfe.

Zur gleichen Zeit wurde von S P I T Z Y auf die Fülle der Haltungsstörungen im Schulkindalter verwiesen, die teils auf ererbten Anlagen, teils auf vernachlässigte Kinderstube, großenteils aber auf die ungeheure Summe von Haltungsgefahren der Schule zurückgeführt wird.

Nach A U B R Y (1928) findet sich im Schulalter neben anderen Haltungsabweichungen in besonders großer Häufigkeit der schlaffe Rundrücken, der eine außergewöhnliche Mannigfaltigkeit der Erscheinungsform aufweist.

S T R A C K E R (1939) findet in militärärztlichen Untersuchungen bei Haltungsuntersuchungen an 2 550 Männern im Alter von 26-42 Jahren 865 auffallende Wirbelsäulenveränderungen, davon 729 fixierte Rundrücken, worunter 10 % schwere Deformitäten aufwiesen; auffallend zahlreich sind auch die Haltungsanomalien des Bauches.

Neuere Untersuchungen haben, wie von S C H M I T T berichtet wird, nach dem Pressedienst des Deutschen Gesundheitsmuseums (1953) ergeben, daß bereits im Alter von 6-10 Jahren 25 % der Schulkinder durch Haltungsverfall verursachte Rückenfehlform aufweisen.

1954 wird von dem Orthopäden und Schularzt S C H W A B E angegeben, daß 50 % der deutschen Schulkinder an Haltungsschäden leiden. Im Vordergrund steht insbesonders die schlaffe Haltung auf Grund muskulärer Insuffizienz. Als Ursachen werden vor allem "Zivilisationsschäden, mangelnde Übung (Kino statt Wildwest-Spiel, Straßenbahn statt Schulweg, Zentralheizung statt Holzhacken, viel zu langes Sitzen in falschen Bänken ohne Ausgleich u.a.m.)" angegeben.

Die Untersuchung der Atmung ergab, wie unter anderem von S C H M I T T aufgezeigt wird, beim etwas größeren Schulkind, Jugendlichen und Erwachsenen einen Höchstsatz einzelner, viel häufiger jedoch eine Vielzahl kombinierter Atemstörungen (z.B. ausgelöst durch Rundrücken + schlechte Schulter + Hohlkreuz + Bauchdeckenhartspann + paradoxe Zwerchfellbewegungen u.a.) gegenüber völlig vereinzelten Menschen mit vollkommen entwickelter, von Fehlern unbelasteter Atmung. Besonders häufig treten Zwerchfellbewegungsstörungen auf. So ist, nach seiner Ansicht, die einseitige Zwerchfellatmung als schwere Atemfehlform anzusehen und erscheint nicht weniger schädlich als die einseitige Brustatmung, was besonders betont werden muß, weil viele Patienten in irgendeiner Form über Unrichtigkeit und Gefahren der einseitigen thoracalen Hochatmung in Kenntnis gesetzt, nun unter willkürlicher Sperrung jeder Brustkorbbewegung sich ganz auf das Zwerchfell verlassen und so mit Eifer eine völlig unnatürliche, gewaltsame Bauchatembewegung trainieren. Ja dies geht so weit, daß man bei Menschen, die eine völlig einwandfreie Zwerchfelltätigkeit besitzen, fast mit Sicherheit eine schon vorausgegangene Atemschulung, meist Gesangsunterricht, annehmen muß, da ohne dies, besonders beim älteren, aber auch schon beim jüngeren Patienten eine gute Zwerchfellarbeit eine außerordentliche Seltenheit darzustellen scheint.

Soweit die statistischen Aussagen über Beobachtungen von Haltungsfehlformen und ihre Beziehung zur Atmung.

Kommen wir nun zum eigentlichen Punkt unserer Betrachtungen, nämlich zur Problematik der Sitzhaltung.

Die Frage nach den Haltungsfehlformen im Sitzen, die zum sogenannten Sitzschaden führen können, ist auch heute von besonderer Aktualität. Sie ist deshalb von großer Bedeutung,

weil der Sitzschaden bereits während des Schulalters oder aber bei Ausübung eines sogenannten "sitzenden" Berufes sehr häufig zu beobachten ist, also in erster Linie im Adolescentenalter des Menschen.

Nach S C H E D E ist die einfachste Form der Ruhehaltung am sitzenden Menschen zu finden. Sinngemäß dient sie, wenn nur vorübergehend eingenommen, zur Erholung der für die Aufrechterhaltung beim Menschen notwendigen Muskeltätigkeit und der damit verbundenen Stoffwechselsteigerung, die eben früher oder später zur Ermüdung und somit zur Aufgabe der aufrechten Haltung zwingt. Die Ruhehaltung ist aber nur von Nutzen, wenn ihr wiederum die Beanspruchung folgt. Fehlt diese, dann müssen sich, wie es S C H E D E ausdrückt, Schäden ausbilden.

R A N K E hat sich bereits in den zwanziger Jahren mit diesen Fragen beschäftigt und hat auf Grund seiner Beobachtungen den Begriff des sogenannten Sitzschadens geprägt. Nach seiner Auffassung erschlafft beim Sitzen die Hauptmasse der großen Muskeln und bewirkt dadurch ein Absinken der Durchblutungsgröße. Herz und Lunge würden durch übermäßiges Sitzen ihrer physiologischen Belastung beraubt und könnten sich somit bei besonderer Beanspruchung, z.B. bei starker körperlicher Betätigung, nicht mehr anpassen.
Außerdem kommt es durch den Wegfall der Brustatmung zu einer nachhaltigen Störung der Atemmechanik. Als Folgeerscheinung würde es zu einem Zurückbleiben in der Entwicklung des Skelettes und der Rumpfmuskulatur kommen, die wiederum zu einer Fehlhaltung des Körpers mit vorgebeugten Schultern und mehr oder weniger gesenktem Kopf, sowie zu einer typischen Ausatemstellung, soweit die sogenannte Brustatmung in Betracht kommt, führt.
Die Sitzhaltung ist also nach seiner Auffassung als ungesundeste Form der Dauerhaltung zu bezeichnen. Man sitzt

nämlich nie, wie festgestellt werden kann, ständig mit lordosierter Lendenwirbelsäule.
Die europäische Art des Sitzens bedingt vielmehr eine Kyphosierung der Lendenwirbelsäule und dies wirkt sich vor allen Dingen wieder auf die Atmung aus.
Eine tiefe Einatmung erscheint in dieser Haltung rein betrachtungsmäßig in Frage gestellt. Es muß bei dieser Haltung rein anschauungsmäßig neben einer Beeinträchtigung der Brustatmung eine Beeinträchtigung der Zwerchfellatmung vermutet werden.
Unter Verengung der Innenräume von Brust- und Bauchhöhle wird deren Inhalt bei kyphosierter Sitzhaltung zusammengepreßt, die Folge: mangelnde Versorgung des Organismus mit Sauerstoff, Zirkulationsstörungen, insbesondere Stauungen des venösen Blutes im Gebiet der Pfortader und im Kopf sowie in den Beinen.
Neben diesen allgemeinen Schädigungen kommt es zur Überdehnung und Schwächung der Rückenstrecker, der Bauchmuskeln, der hinteren Schultermuskeln, also der eigentlichen aufrichtenden Muskeln.

Der ständige Kampf gegen den besonders für die Atmung sehr schädlichen Haltungsverfall, für unsere Sitzweise charakteristisch, fehlt beispielsweise nahezu völlig bei dem Typ des sogenannten vollkommenen Sitzes des Yoga. Durch die breite Basis der verkreuzten Beine, die hier nicht in hämodynamisch ungünstiger Weise senkrecht nach unten hängen, sondern waagerecht und entspannt für den aufrechten Rumpf eine solide Stütze abgeben, ist es ein müheloses Unterfangen, den Rumpf gerade und den Schultergürtel in atemphysiologisch optimalem Abstand vom Brustkorb zu halten.
Halswirbelsäule und Kopf ruhen aufrecht über der aufrechten Rumpfwirbelsäule, da die Notwendigkeit zur ausgleichenden Verkrümmung hierbei entfällt. Die obere Atmung hat damit freien Bewegungsspielraum, ebenso wie auch die untere

Atembewegung, die durch den aufrecht gestreckten Rumpf nirgendwo behindert oder eingeengt wird.
Betrachtet man fernerhin die in nordamerikanischen Kreisen gepflegte Sitzweise, nämlich das Auflegen der Beine auf Tische und Stühle, die sich, wie es S C H M I T T ausdrückt, bis zur Gesellschaftsfähigkeit durchsetzte, so erkennen wir darin wiederum ein stilles Zugeständnis gegen die mit unserer Sitzart verbundene körperliche Belastung. Erwähnenswert erscheint hierzu, daß sich bereits Goethe mit dem Problem des vollkommenen Sitzens beschäftigte. Er benutzte in seinem Gartenhaus in Weimar einen von S C H E D E neben anderen Sitzhilfen später propagierten Reitsattel als Schreibtischstuhl.

Die ungünstigen statischen Verhältnisse unserer Sitzweise lassen es nicht oder nur unter erheblichem Mehraufwand an muskulärer Haltekraft zu, sich über längere Zeit frei von atembehindernden Verkrümmungen und Verbiegungen aufrecht zu halten. So kann man beobachten, daß jeder Sitzende auf einem Stuhl bereits nach kürzester Zeit eine, wenn nicht mehrere Muskelgruppen zum Ausgleich ständig zurechtrücken muß, wobei es jedoch wieder nach kurzer Zeit zur Einnahme einer als schlecht zu betrachtenden Sitzhaltung mit Rundrücken kommt.

S C H O B E R T H hat an Hand von Röntgenaufnahmen der seitlichen Lendenwirbelsäule bei 100 Personen zwischen dem 3. und 80. Lebensjahr im Sitzen folgende Beobachtung gemacht: In Ruhehaltung zeigt sich bei 57 Personen eine Kyphose der Lendenwirbelsäule, bei 32 ist eine Steilstellung vorhanden und 11 Personen, die alle über 12 Jahre alt waren, hatten eine echte Lordose. In der aufrechten Sitzhaltung trat stets eine Streckung der Wirbelsäule auf. Bei Jugendlichen wurde aber nur von etwa 1/4 eine echte Lordose erreicht. Bei älteren Menschen fand er sie häufiger, jenseits des

40. Lebensjahres bei fast 50 %.

Betont bezeichnet S C H M I T T die Frage nach dem richtigen Sitzen "als eine erste und grundlegende, wenn man dazu überzugehen beginnt, die echte Pflege der Atmung im Leben zu realisieren". Dies betrifft vor allem seiner Auffassung nach das Schulkind, "dessen Beruf Sitzen und dessen Gestalt noch weitgehend formbar und entwickelbar ist".
Nach seinen Worten muß auf das Problem des vollkommenen Sitzens eines Kulturkreises, der sich mit der Atempflege mehr als viele andere befaßt hat, darum näher eingegangen werden, da die westlich orientierten Kulturkreise sich in einer wahren Sitznot befinden, sofern man an ihre Sitzweise den Gradmesser atemphysiologischer Tauglichkeit legt.

Beziehung der Körperhaltung zu Atmung und Gesamtatembewegung

Die Einatmung beginnt mit der vom Zwerchfell und unteren Rippenraum ausgehenden Beatmung, der sogenannten costodiaphragmalen Aktion (S C H M I T T). Gleichzeitig wird auch die thoracale, sogenannte sternocostale Bewegung in Gang gesetzt. Es kommt zu einem Tiefertreten des Zwerchfells bei gleichzeitiger Erweiterung der oberen Brustkorbabschnitte. Wird nun diese normale Ruheatembewegung überschritten, so spricht man von tiefer und tiefster Einatmung.
Hierbei werden außer Zwerchfell und unterem Rippenring gleichzeitig Bauch- und Beckenbodenmuskulatur mit beteiligt. Die Wirbelsäule wird in ihrem ganzen Verlauf gestreckt und festgestellt, der Brustkorb auch in seinen oberen Abschnitten äußerst entfaltet. Atem- und zum Teil Atemhilfsmuskulatur werden zur Entfaltung des oberen Brustkorbabschnittes in Anspruch genommen. Der Schultergürtel, aus der Brust zurückgenommen und in günstiger Position für den M. pectoralis minor, wird durch die leichte Kyphosierung der Halswirbelsäule von seiner tragenden Muskulatur leicht gestrafft und vom Brustkorb gelüftet.

Bei der tiefen und tiefsten Ausatmung treten außer normalen Ausatemmuskeln der gewöhnlichen Ruheausatmung auch die sogenannten Hilfsausatmer der Bauchwandmuskulatur, zusätzlich auch die Muskeln des Beckenbodens in Tätigkeit (HOFBAUER). Das Zwerchfell wird in extreme Ausatemstellung getrieben, die Brustwirbelsäule wird durch die Bauchmuskelwirkung und im Sinne der Gesamtausatembewegung leicht kyphosiert.

D I T T R I C H sagt hierzu: Die normale unbeeinflußte Atmung setzt sich aus Bauch- und Brustbewegung zusammen, sie ist die Vollatmung.

Bereits im 19. Jahrhundert hat D U C H E N N E de B O U L O G N E auf ein aktives Mitwirken der Bauchorgane bei der Atmung hingewiesen.

Beim Glenard'schen Handgriff, wobei die Bauchorgane in die Zwerchfellkuppe hochgedrängt werden, ferner durch das Tragen von hochstützenden Bauchbinden über dem Unterbauch und nach Einnahme einer magenfüllenden Mahlzeit und bei Rückenlage mit positivem Druck im Oberbauch bei hochrückenden Bauchorganen soll es zu einer deutlichen Verbesserung der Zwerchfellarbeit kommen. Es wurde in diesem Zusammenhang beobachtet, daß bei gesunden Männern im Sitzen gegenüber dem Stehen eine Steigerung der Vitalkapazität, d.h. der Luftmenge, die nach tiefster Einatmung ausgeatmet werden kann, nachzuweisen ist.

Interessant ist auch die Annahme von R O H R E R , wonach die wechselnden Bewegungswiderstände der Bauchorgane nicht allein mechanisch, sondern auch reflektorisch auf dem Wege über enteroceptische Bahnen die Atmung verändern.

Vervollständigen wir unsere Betrachtungen der Atembewegung nach Angaben von S C H E D E :

Einatmung

Sie erfolgt durch Hebung des Brustkorbes und durch Abflachung der Zwerchfellkuppel. Es werden entsprechend zwei Arten von Atmung unterschieden: die thoracale und diaphragmale oder Brust- und Zwerchfellatmung. Unter normalen Verhältnissen sind immer beide Aktionen miteinander verbunden. Sowohl die Hebung des Brustkorbes, als auch die Abflachung der Zwerchfellkuppel erweitern den Innenraum des Brustkorbes und verursachen das Einströmen der Atemluft in die Lunge.
Die Hebung des Brustkorbes erfolgt dadurch, daß die Zwischenrippenmuskeln die nächste untere Rippe zu der nächst oberen heraufziehen, während die erste Rippe durch den M. scalenus gehoben wird. Die Halswirbelsäule muß dabei durch die Nackenmuskeln (Splenius) festgehalten werden; denn ein Muskel kann nur dann Arbeit leisten, wenn er von einem festen Punkt aus (punctum fixum) auf einen beweglichen Punkt (punctum mobile) wirken kann: er zieht den beweglichen Punkt zu dem festen hin.
Soll nun der Brustkorb soweit wie möglich gehoben werden, dann muß die Wirbelsäule soweit wie möglich gestreckt werden. Die tiefe Einatmung ist also nur bei voller Aufrichtung möglich: die Aufrichtungshaltung entspricht somit der Einatmung.

Ausatmung

Die thoracale Ausatmungsbewegung ist vorwiegend passiv. Das Herabsinken der Rippen wird zum Teil durch die Schwerkraft, zum Teil durch die elastischen Kräfte der zusammensinkenden Lungen besorgt. Nur für die forcierte letzte Ausatmung können die Rippen noch weiterhin durch aktive Kräfte herabgedrückt werden: Vorbeugung der Wirbelsäule, Anziehen der Arme, Kontraktion der Bauchmuskeln, im Sitzen noch verstärkt durch den sogenannten tiefen Sitzbuckel.

In einem interessanten Gegensatz hierzu steht die diaphragmale Ausatmung, die durch Hochwölben der Zwerchfellkuppel erfolgt. Wenn die inspiratorische Kontraktion des Zwerchfelles nachläßt, so kehrt es zunächst in seine Ruhelage zurück. Zur vollen Ausatmung wird es hoch in den Brustkorb hineingewölbt.

Nach W E N K E B A C H und H O F B A U E R erfolgt die Wölbung des Zwerchfelles zum Teil durch die elastischen Zugkräfte der Lungen, zum Teil aber auch von unten her durch den Druck der Baucheingeweide. Wir haben bereits weiter oben darauf hingewiesen. Dies ist aber in den verschiedenen Haltungen zum Teil nur möglich durch eine kräftige Kontraktion gut ausgebildeter Bauchmuskeln. Hiermit ist wiederum bestätigt, daß eine volle Ausatmung abhängig ist von der mithelfenden Kraft der Bauchmuskeln.
Bei schlaffer Bauchmuskulatur ist eine volle Ausatmung nach S C H E D E normalerweise unmöglich.

Die Körperhaltung beim stehenden Menschen, die bei tiefer Einatmung voll aufgerichtet ist, sinkt im Verlauf der Ausatmung, wie zu beobachten ist, mehr und mehr in die Ruhehaltung zurück: die Wirbelsäule wird gebeugt, der Rumpf zurückgeneigt, der Bauch schlaff. Erst bei forcierter Ausatmung wird das Haltungsbild durch die Kontraktion der Bauchmuskeln gewandelt. Im ganzen entspricht somit die Ruhehaltung im Sitzen der Ausatmungsstellung.

Atembewegung und Kreislaufwirkung

Der Einfluß der Atembewegung auf die Kreislaufdynamik ist beschrieben, und zwar wird angenommen, daß die Einatmung unter normalen mechanischen Voraussetzungen eine kreislauffördernde, die Ausatmung eine kreislaufhemmende Wirkung hat.

Letztere ist jedoch im Vergleich zur Förderung im Verlauf der Einatmungsphase beschränkt.
Ferner sei erwähnt, daß die einzelnen Teilgrößen der Atemmechanik, nämlich die Atemtiefe, das Zeitverhältnis zwischen Aus- und Einatmung, d.h. der Atemzeitquotient, der Atemdruck sowie die Art des Atembewegungsablaufes bei der Einwirkung auf die Kreislaufdynamik eine nicht unwesentliche Rolle spielen.

Weitere Beispiele zur kreislaufdynamischen Wirkung der Atmung wurden uns von R O E M H E L D , W E L T Z und G R U I C K S H A N K gegeben.

Nach R O E M H E L D soll es möglich sein, durch tiefe Zwerchfellatmung eine direkte Beeinflussung des Blutstromes in der Aorta zu erreichen.

W E L T Z hat gezeigt, daß in extremen Fällen im Tierexperiment die Abhängigkeit des Kreislaufes von der Atmung so weit getrieben werden kann, daß die Atmung dem Herzen ihren Rhythmus aufzwingt, wobei es zu einer Koppelung kommt, deren Verhältnis 1:1 oder 1:2 sein kann. In Übereinstimmung damit konnte G R U I C K S H A N K 1949 (mündl. Bericht von L. de K O C K 1951) an Ratten während Atmungsversuchen unter möglichst physiologisch normalen Versuchsbedingungen ermitteln, daß zwischen Atemtiefe und Schlagvolumen eine direkte Proportionalität besteht.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die kreislaufdynamische Wirkung der Atmung sich so gestaltet, daß die physikalischen Verhältnisse der Atmung während der Einatmungsphase es ermöglichen, den Kreislauf, besonders durch Unterstützung des venösen Einstroms zu fördern, wogegen während der Ausatmung normalerweise eine Hemmung des venösen Rückflusses Platz greift.

Die kreislaufdynamischen Wirkungen sind dabei in der Ruhe gering und gewinnen in Arbeit mit wachsender Belastung, den adaequaten Atembewegungsveränderungen proportional, an Bedeutung.

Wirbelsäulenhaltung und ihre Beziehung zur Atmung

Nach der Betrachtung der Gesamtatembewegung und dem Einfluß derselben auf die Kreislaufdynamik soll im folgenden ein Überblick über die Wirbelsäulenhaltung und ihre Beziehung zur Atmung gegeben werden.

Als normale, d.h. in sich selbst und für den Gesamtorganismus, hier im besonderen für die Atmung anzusehende gesunde Wirbelsäulenhaltung ist eine Haltung mit geringfügiger Lendenwirbelsäulenlordose, nur leichter Brustwirbelkyphose und gestreckter bis leicht lordotischer oder kyphotischer Halswirbelsäulenform zu betrachten.
L A N G E schlägt diese Haltung aus physiologischen Gründen als Norm für die Haltung des Schulkindes vor.

Für uns ist von besonderem Interesse die Lendenwirbelsäulenhaltung und ihre Auswirkung auf die Atmung. Betrachtet man die Lendenwirbelsäule als ein Bestandteil des am costodiaphragmalen Mechanismus beteiligten Bauchraumes, so ist daraus ihr Anteil am äußeren Atmungsablauf erkenntlich. Haltungsveränderungen der Lendenwirbelsäule beeinflussen also den costodiaphragmalen Mechanismus.
Die Lendenwirbelsäule dient ferner Atemmuskeln und Atemhilfsmuskeln, nämlich den langen Rückenstreckern, den hinteren Zwerchfellschenkeln, dem M. quadratus lumborum und dem M. serratus dorsalis caudalis als Ursprungspunkt und stellt damit bei Haltungsveränderungen andere mechanische Arbeitsverhältnisse für die Muskulatur her.
Außerdem ist sie Verbindungsstück zwischen Becken und

Brustwirbelsäule und beeinflußt durch ihren eigenen Haltungswechsel Becken- und Brustwirbelsäulenhaltung. Die Lendenwirbelsäule und ihre Haltung ist damit im Ablauf der Gesamtatembewegung ein wichtiger Faktor.

Die stärkere LWS-Lordose, das Hohlkreuz, wird von S C H M I T T als für die Atmung ungünstige Haltungsform der Lendenwirbelsäule bezeichnet. Sie wirkt sich, nach seiner Beschreibung, wie wir im folgenden sehen werden, auf die Atmung ungünstig aus:

S C H N E I D E R (Habilitationsschrift 1952) konnte nämlich zeigen, "daß die ausgeglichene Lendenlordose gegenüber der verstärkten Lendenlordose die Leistung der sogenannten costodiaphragmalen Atembewegung erheblich verbessert". Nach seiner Auffassung wird diese Verbesserung einmal durch günstigere Lagerung der Ursprungs- und Ansatzpunkte der Atemmuskeln, zum anderen durch günstigere Raumgestaltung im Bereich des costodiaphragmalen Bewegungsabschnittes bei gestreckter Lendenwirbelsäulenhaltung und Beckenneigung erreicht. Er brachte eine Anzahl seiner Versuchspersonen in Streckhang und zwang somit durch das Gewicht des Körpers die Wirbelsäule zu einer stärkeren Rückwärtsbeugung im Kreuz. Hierbei kann sich das Becken nur so weit neigen, als dies die zwischen Rippenbogen und Becken angespannte Muskulatur erlaubt. Anschließend wurde von ihm in dieser Stellung die Vitalkapazität geprüft. Schließlich führten die Versuchspersonen zum Ausgleich der Lendenwirbelsäulenlordose das Becken mit Hilfe der Bauchmuskelkraft nach vorn oben, in den beschriebenen Fällen um etwa 16 Grad.
Der meßbare Erfolg einer solchen Bewegung bestand in einer zusätzlichen das inspiratorische Atemvolumen um durchschnittlich 234 ccm erhöhenden Luftmenge. Dieser Wert wurde an 180 Versuchspersonen im Alter von 18-30 Jahren mit einer Leistungsspitze einer 22-jährigen Versuchsperson von 660 ccm festgestellt.

Da im Streckhang mit Lendenlordose alle Erweiterungsmöglichkeiten im sternocostalen Abschnitt voll ausgenutzt werden, kann, wie er betont, die Zunahme der Kapazität nur aus dem unteren costoabdominellen Abschnitt gewonnen werden; bei starker Lendenwirbelsäulen-Lordosierung werden die am Kreuz entspringenden Schenkel des Zwerchfelles nach rückwärts verlagert, die am Sternum und unteren Rippenrahmen entspringenden dagegen im wesentlichen nach vorn und aufwärts. Das Zwerchfell wird in Ruhelage weiter ausgespannt, flacht ab und die Weite des Ausschlages in Richtung Ausatmungs- und Einatmungsstellung wird verkleinert. Durch wechselnde Beckeneinstellung werden die Bauchraumverhältnisse weiterhin völlig umgestaltet. S C H N E I D E R erklärt es so, daß bei Hebung des Beckens eine Umformung von einem länglichen zu einem mehr kugeligen Körper unter Zunahme seines dorsoventralen Durchmessers stattfindet.
Die Größe dieser Bewegung erscheint hierbei relativ gering, erklärt aber, unter geometrischen Gesichtspunkten ausreichend die Vermehrung einer durchschnittlichen Kapazität von 234 ccm, weil sie sich am größten Umfang des Rumpfes als eines annähernd normalen Körpers abspielt. Von allen Körpern, bzw. Hohlkörpern gleicher Oberfläche hat bekanntlich die Kugel das größte Volumen.
Will also der menschliche Rumpf in Anpassung an dieses geometrische Gesetz sein Volumen, wie es bei der Einatmung geschehen muß, vergrößern, so muß er diesem Bestreben möglichst in Höhe des größten Rumpfdurchmessers, d.h. an der Grenze von Thorax und Abdomen nachzukommen versuchen.
In einer weiteren Versuchsserie konnte von ihm auch im Stand der beschriebene, im Streckhang provozierte Vorgang nachgewiesen werden.

Aus einer Reihe wohl vieler Störungsmöglichkeiten der Atmung infolge verstärkter LWS-Lordose wurde also an Hand obig angeführter Meßergebnisse von ihm gezeigt, daß es zu einer

Besserung des Luftfassungsvermögens im Bereich der Lungenunterlappengebiete kommt, und zwar bei ausgeglichenem Kreuz und angewinkeltem Becken gegenüber der Haltung mit Hohlkreuz und steiler Beckenstellung.
Ja, S C H N E I D E R stellt selbst dann noch eine Zunahme der Gesamtkapazität fest, wenn bei zunehmender Einschränkung der sternocostalen Belüftung durch Kyphose der Brustwirbelsäule und durch Schultergürtelverschiebung die Becken-Kreuzeinstellung, wie oben beschrieben, für den costo-abdominellen Ablauf günstig verläuft.

Diese sehr interessanten, von S C H N E I D E R gemachten Feststellungen leiten uns letztlich zur Themastellung hin: nämlich zur Frage nach dem Verhalten von Zwerchfell- und Lungenfunktion beim Sitzen in aufrechter Haltung und beim Sitzen in erschlaffter Haltung.

Zuvor noch einige Bemerkungen über <u>das Zwerchfell:</u>
Die Atembewegung des Zwerchfelles dient vor allem, wie von H A S S E L W A N D E R betont wird, der Unterlappenbelüftung. Sie wirkt sich aber auch stark auf die Belüftung der Gesamtlunge aus. Durch die Kontraktion des Zwerchfellmuskels kommt es zu einer Senkung des Zwerchfelles und damit zu einer Erweiterung des Atemraumes nach unten. Geht diese Kontraktion nach der Inspiration zurück, so kommt es insbesonders bei der vollen Ausatmung, einerseits durch die elastischen Zugkräfte der Lunge, zum anderen aber durch den Druck von unten her durch die Baucheingeweide, in Abhängigkeit jedoch von einer kräftiger Kontraktion der Bauchmuskulatur, je nach Ausbildungsgrad derselben, zu einem Hineinwölben des Zwerchfelles in den Brustkorb.
Die forcierende Wirkung der Bauchmuskulatur auf die verstärkte Ausatmung kann man ohne weiteres an einem Selbstversuch nachweisen. Daß es sich bei einer bestehenden Schwäche der Atemmuskulatur besonders häufig und in besonders aus-

geprägter Form um eine Schwäche des Zwerchfellmuskels handelt, ist bereits betont worden. So ist darauf hingewiesen worden, daß z.B. jeder Gesangslehrer, der auf der Kraft des Zwerchfelles seine Arbeit aufbauen muß, zu Beginn seiner Ausbildung in fast allen Fällen mit der Unzulänglichkeit dieses Muskels zu kämpfen hat.

R I C H T E R und B E R L I N E R deuten ebenfalls die Unzulänglichkeit des muskulären Entwicklungszustandes vieler Zwerchfelle an, und zwar sollen diese Unzulänglichkeiten ohne Rücksicht auf die Art von vorausgegangenen Krankheiten zu erkennen sein.

S P A E T H (1955) erwähnt die Häufigkeit zwar vollständig ausgebildeter, von Mißbildungen also freier, aber muskelschwacher, zur Zwerchfellinsuffizienz führender Zwerchfellkuppeln.

Vor allem der costo-sternale Abschnitt der meisten Zwerchfelle ist nach H A S S E L W A N D E R geringer ausgebildet.

Nach v. H A Y E K weist eben dieser vordere Zwerchfellabschnitt die größten Unterschiede im Entwicklungszustand auf: Neben kräftiger Entwicklung oder dünner schmaler Ausbildung oder vollständigem Fehlen gibt es alle Übergangsstufen.

Zusammenfassung

An Hand der angeführten Literaturstellen und der statistischen Angaben sind im vorausgegangenen Teil Häufigkeit und Vielfalt von Haltungsschäden aufgezeigt worden.
Hiernach sind Haltungsschäden beim Menschen zum großen Teil auf zivilisatorische Haltungsfehlformen zurückführbar.

Als Folge fehlerhafter Körperhaltungen kommt es nicht allein zu einer Schädigung des Stützapparates, eine Vielzahl von Autoren weist vielmehr nachdrücklich auf die Möglichkeit zahlreicher Organschädigungen hin. Insbesonders kommt es, wie darzustellen versucht wurde, häufig zu einer Beeinträchtigung von Atemmechanik und Atemdynamik und im Gefolge davon öfters zu Schädigungen des Kreislaufes.

In Anlehnung an das gestellte Thema werden vor allem Hinweise auf die Problematik des Sitzens und des Sitzschadens gegeben. Anschließend folgt eine kurze Betrachtung über Haltungsfehlformen im Sitzen, über die Gesamtatembewegung sowie über die Gesamtatmung in Bezug auf die Wirbelsäulenhaltung und über einzelne Zwerchfellfunktionen.

Inwieweit nach dem bisher Gesagten die Sitzhaltung und hier vor allem das Sitzen mit Rundrücken in Gegenüberstellung zum aufrechten Sitzen speziell einen Einfluß auf die Atmung nimmt, soll im folgenden Teil an Hand der durchgeführten Untersuchungen zu klären versucht werden.

Röntgenologische Messung der Zwerchfellhubhöhe

Methodik:

Bei der Messung der Zwerchfellhubhöhe im Sitzen wurde unter Zugrundelegung der Angaben von W E I G E R wie folgt vorgegangen:

Auf den Durchleuchtungsschirm des Röntgenapparates wird ein Meßnetz projiziert, mit dessen Hilfe sich die Zwerchfellbeweglichkeit messen läßt.

Zum Unterschied von der Kymographie kommt man so mit einer einfachen Apparatur aus, die jederzeit improvisiert werden kann und kein Filmmaterial in Anspruch nimmt.

Als Meßlatte wurde abweichend von W E I G E R das Orthodiameter von B Ü C H N E R verwendet (Abbildung 3).

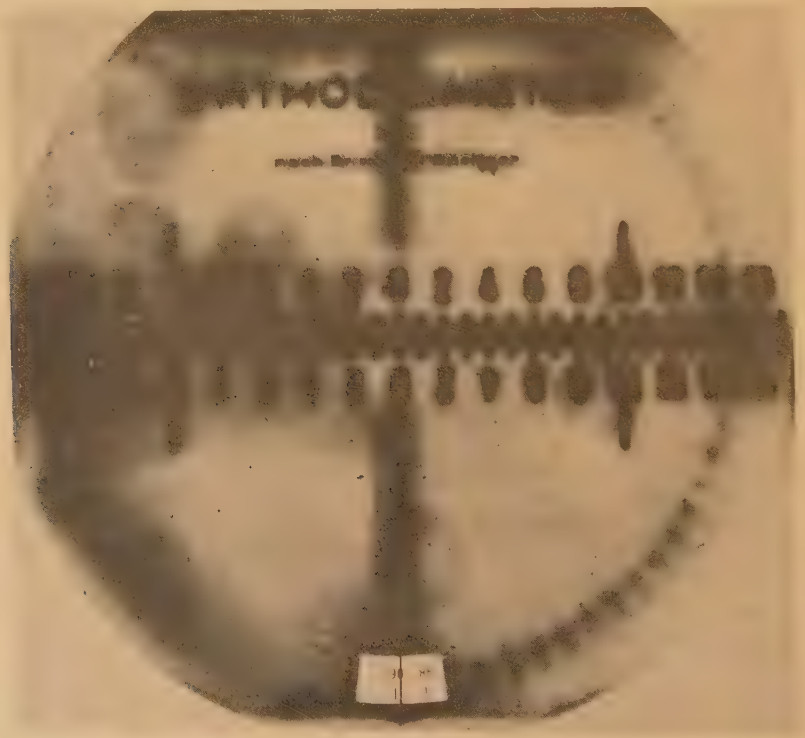


Abb.3

Dieses wird an Stelle einer Filmkassette hinter dem Leuchtschirm eingelegt.
Bei der Durchleuchtung projiziert sich dabei ein Kreuz mit einer Maßeinteilung in Abständen von je 1 cm auf der Horizontalen und Vertikalen auf den Schirm.

Die Messungen erfolgen in folgender Weise:
Kennzeichnung der Mammillarlinie rechts mittels Bleimarke als röntgenologisch darstellbare Fixierung.

Um die Versuchspersonen nicht unnötigerweise einer zu starken Strahlenbelastung auszusetzen, wurde jeweils nur die Hubhöhe des rechten Zwerchfelles in der rechten Mammillarlinie bei tiefster Inspiration und Exspiration bestimmt, nachdem zuvor durchleuchtungsmäßig an beiden Thoraxseiten ein pathologisches Zwerchfellverhalten ausgeschlossen wurde.

Horizontale und Vertikale der Orthodiameterscheibe wurden in ihrem Schnittpunkt bei maximaler Inspiration so eingestellt, daß die Horizontale tangential auf der Zwerchfellkuppel am höchsten Punkt, in der Mammillarlinie, zu liegen kam.

Die maximale Inspiration wurde nach den Angaben von W E I G E R aus zwei Gründen als Ausgangsstellung gewählt: "erstens, weil es für viele Menschen, die eine ungeübte Atemtechnik zeigen, leichter ist, maximal zu inspirieren als maximal zu exspirieren. Zweitens, weil es für die Messung nötig erscheint, daß eine gewisse Zeit eine bestimmte Atemlage eingehalten wird, was bei maximaler Inspiration leichter gelingt als bei maximaler Exspiration."
Die Messung der Hubhöhe des rechten Zwerchfelles erfolgte in der Mammillarlinie im einzelnen so, daß

natürlich nicht die Wanderung eines bestimmten Zwerchfellpunktes während der Inspiration und Exspiration verfolgt wurde, sondern nur die Verschiebung des Zwerchfelles gegenüber der feststehenden vertikalen Linie der Orthodiameterscheibe, die ja immer wieder in gleicher Lage reproduziert werden kann.
Entscheidend ist bei dieser Anordnung nur, daß eine Seitenverschiebung während der Messung des gesamten Thorax vermieden wird. Die Wirbelsäule, oder in unserem Fall die gekennzeichnete Mammillarlinie muß stets in der gleichen Stellung zur Meßvorrichtung verbleiben, während sich natürlich, entsprechend der Inspirations- und Exspirationsphase, die Lage der seitlichen Thoraxbegrenzung ändert.
Die Versuchspersonen wurden darauf hingewiesen, während der Messungen die bestimmten Sitzhaltungen bei den durchzuführenden Atemexcursionen nicht zu verändern.

Um eine Messung in verschiedenen Zwerchfellebenen nach Möglichkeit zu vermeiden, wurde außerdem beim Sitzen in aufrechter Haltung und beim Sitzen mit Rundrücken darauf geachtet, daß immer eine Lotrechte zwischen Ohrläppchen und großem Rollhügel des Femur bestand. Außerdem wurde mit möglichst weitem und konstantem Röntgenschirmabstand gemessen, wobei die Brust des Patienten dem Schirm möglichst anlag.

Die nach oben beschriebener Methode erzielten
<u>Ergebnisse der Messung der Hubhöhe des Zwerchfelles im Sitzen</u>

a) in erschlaffter Sitzhaltung (Rundrücken)
b) in aufrechter Sitzhaltung (Streckhaltung)

zwischen stärkster Inspiration und Exspiration
sind in nachfolgender Tabelle zusammengefaßt.

Nr.	Alter	Habitus	gebeugt	gerade	Differenz
1	22 J.	asthenisch	5,o cm	2,5 cm	2,5 cm
2	18 J.	"	5,o cm	2,o cm	3,o cm
3	21 J.	"	6,6 cm	4,5 cm	2,1 cm
4	24 J.	pyknisch	8,o cm	4,5 cm	3,5 cm
5	3o J.	"	9,5 cm	7,5 cm	2,o cm
6	15 J.	asthenisch	5,5 cm	3,7 cm	1,8 cm
7	23 J.	pyknisch	7,6 cm	5,6 cm	2,o cm
8	18 J.	asthenisch	3,o cm	2,8 cm	o,2 cm
9	21 J.	"	6,o cm	5,5 cm	o,5 cm
1o	24 J.	pyknisch	7,2 cm	4,5 cm	2,7 cm
11	3o J.	"	9,o cm	6,2 cm	2,8 cm
12	26 J.	"	6,2 cm	5,5 cm	o,7 cm
13	26 J.	"	6,5 cm	5,7 cm	o,8 cm
14	28 J.	asthenisch	8,5 cm	5,5 cm	3,o cm
15	28 J.	"	8,5 cm	6,5 cm	2,o cm
16	19 J.	pyknisch	7,o cm	3,8 cm	3,2 cm
17	25 J.	asthenisch	5,5 cm	3,5 cm	2,o cm
18	23 J.	"	4,2 cm	2,8 cm	1,4 cm
19	27 J.	pyknisch	7,4 cm	5,o cm	2,4 cm
2o	22 J.	asthenisch	5,2 cm	2,2 cm	3,o cm

Tab.1

Die Meßwerte zeigen, daß die Hubhöhe des Zwerchfelles beim Sitzen mit Rundrücken gegenüber dem Sitzen in

aufrechter Haltung bei maximaler Inspiration und Exspiration bei allen 20 untersuchten Personen eine Zunahme erfährt.
Im einzelnen bewegt sich diese Zunahme der Zwerchfellhubhöhe in erschlaffter Sitzhaltung auf der Meßlatte der Orthodiameterscheibe

bei 16 der Untersuchten zwischen 1 cm und 3,5 cm,
bei 4 der Untersuchten zwischen 0,2 cm und 0,8 cm.

Eine Erklärung für die Zunahme der Zwerchfellhubhöhe läßt sich von seiten der Anatomie geben.

Im Sitzen mit vornübergeneigtem Oberkörper kommt es bekanntlich zu einer Reduzierung der Bauchdeckenspannung, und somit wird Raum für eine erweiterte Zwerchfelltätigkeit geschaffen.
Des weiteren ist aus der funktionellen Anatomie zu entnehmen, daß es durch Wegfall der für die Rippen- bzw. Brustatmung günstigen Streckhaltung der Wirbelsäule zu einer kompensatorisch vermehrten Zwerchfell-Flankenatmung kommt (B E N N I N G H O F F).

Hieraus ist ohne weiteres zu schließen, daß die Durchlüftung der unteren Lungenabschnitte durch die Zunahme der Zwerchfellexcursionen in kyphotischer Sitzhaltung gegenüber dem Sitzen in aufrechter Haltung ebenfalls eine Zunahme erfährt.
Die gefundenen Meßwerte beweisen es.

Nach der Auffassung von R A N K E soll es aber in erschlaffter Sitzhaltung gegenüber dem aufrechten Sitzen generell zu einer starken Einschränkung der Atemfunktionen und somit der Atmung kommen.

Auf Grund des oben Gesagten erhebt sich somit zwangsläufig die Frage, ob und inwieweit es durch eine, wie festgestellt worden ist, Verbesserung der Zwerchfell-Flankenatmung beim Sitzen mit Rundrücken zu einer Kompensation der gegenüber dem aufrechten Sitzen angenommenen Atemfunktionseinschränkung kommt.

Zur Objektivierung dieser Frage wurden bei weiteren 20 Personen unter Berücksichtigung von Alter, Größe und Gewicht mittels spirographischer Messungen die Atemfunktionsgrößen

I. Vitalkapazität
II. Atemgrenzwert
III. Reserveluft

im Stehen, Sitzen gerade und Sitzen mit Rundrücken bestimmt.

Methodik

Spirometrie und Spirographie:

Bei dieser "Messung der Atmung" werden die von der Lunge geförderten bzw. aufgenommenen oder abgegebenen Gasvolumina registriert. Mit Hilfe der Spirographie kann man folgende Funktionsgrößen der Atmung bestimmen:
Atemvolumen (AV) - Atemminutenvolumen (AMV) - Vitalkapazität (VK) - Atemgrenzwert (AGW) - in- und exspiratorisches Reservevolumen sowie die Atemreserve (AR).

Der hierzu heute vorzugsweise verwendete Spirograph ist der KNIPPING'sche Apparat, ein sogenanntes feuchtes geschlossenes System mit durch eine Ventilatorpumpe kreisender Systemluft.

Technik:

Verbindung der Atemwege des zu Untersuchenden mit der Schlauchleitung des Apparates durch ein Mundstück, das aus einem Gummirohr und aus einer Gummiplatte besteht, welche zwischen Wangen und Zähnen liegt, und zwei Zapfen trägt, die zwischen die Zähne genommen werden. (ZUNT'sches Mundstück) Die Nase wird mit einer nicht drückenden Klemme verschlossen.
Der Spirograph wird entsprechend der Versuchsanordnung mit Luft oder den entsprechenden Gasen gespült und gefüllt. Die Schreibvorrichtung wird auf Nullstellung gebracht und eine Nullinie geschrieben.
Nachdem das Gerät ordnungsgemäß angeschlossen worden ist, läßt man zunächst Außenluft atmen, damit die Versuchsperson sich an die Atmung durch das Mundstück bei verschlossener Nasenatmung gewöhnen kann. Nun wird der Kymograph auf Normallauf geschaltet und das Ventil auf den Spirographen umgestellt. Sobald die Atemkurve eine gewisse Gleichmäßigkeit erreicht hat, läßt man noch wenigstens eine Minute normal atmen (AMV). Dann wird zutiefst in- und exspiriert (VK). Jetzt wird der Kymograph auf Schnellauf umgeschaltet und damit eine normale Atemkurve zur Berechnung des Atemzeitquotienten (AZQ) geschrieben. Dann läßt man den Patienten so rasch und tief atmen wie möglich (AGW); dies ist im allgemeinen nur etwa 15 Sekunden durchführbar. Anschließend wird wieder zutiefst inspiriert, die Luft kurz angehalten und kräftig ausgestoßen (Atemstoßtest).
Um ein zu starkes Absinken der O_2-Konzentration im Spirographen zu vermeiden, gibt es Geräte mit Stabilisatorglocken, aus denen mittels automatischer Ventile der verbrauchte Sauerstoff im Spirographensystem ersetzt wird.

Erläuterung der Begriffe

Vitalkapazität:

Hierunter wird das Luftvolumen gerechnet, das bei maximaler Ein- und Ausatmung bewegt wird.
Dieses statische Luftvolumen wird unterteilt in: Atemvolumen, Komplementärluft (= inspiratorisches Reservevolumen) und Reserveluft (= exspiratorisches Reservevolumen). Das Luftvolumen, das nach tiefster Exspiration noch in der Lunge verbleibt, wird als Residualluft bezeichnet.

Tiffeneau-Test:

Nach maximaler In- bzw. Exspiration wird der Patient aufgefordert, so schnell wie möglich die ganze Vitalkapazität aus- bzw. einzuatmen. Der Tiffeneau-Wert ist also der in einer Sekunde verwertbare Anteil der Vitalkapazität und gibt sowohl ex- als auch inspiratorisch einen Hinweis auf Strömungswiderstände in den Bronchen.
In der Norm sollen 2/3 der Vitalkapazität in einer Sekunde ausgeatmet werden. Eine Verminderung spricht für Widerstände in den Atemwegen.

Atemgrenzwert:

Als Atemgrenzwert wird dasjenige Atemminutenvolumen bezeichnet, das bei maximaler willkürlicher Hyperventilation gefördert werden kann. Dieses während einiger Sekunden maximal atembare Volumen wird auf eine Minute umgerechnet und in L/Min. angegeben. Dieser Wert ermöglicht einen Rückschluß auf die mechanischen Atemreserven und ist abhängig von der Größe der Vitalkapazität und der Geschwindigkeit des Atemstromes.
Zu berücksichtigen ist hierbei, daß ein Mensch mit kleiner Vitalkapazität durch eine sehr hohe Atemfrequenz einen noch einigermaßen hohen Atemgrenzwert vortäuschen kann, den er bei Arbeitsleistungen nicht einzusetzen in der Lage ist.

Für die Errechnung gilt:
(Sollwert AGW = Sollwert VK x 4o).

Reserveluft:

Es ist die Luft, die über die gewöhnliche ruhige Ausatmung hinaus bis zur äußersten Grenze der Exspirationsmöglichkeit aus der Lunge abgegeben werden kann.

Ergänzend sei noch gesagt, daß nach A P P E R L Y bei der Bestimmung der Vitalkapazität auch eine Abhängigkeit von der Körperhaltung und vom Füllungszustand des Magens zu finden ist. Außerdem hat er angegeben, daß die Vitalkapazität im Stehen größer ist als im Liegen.

Normalwerte

G I T T E R und H E I L M E Y E R haben folgende Mittelwerte der Atmung bestimmt:

Vitalkapazität (VK) = Atemvolumen + inspiratorisches und exspiratorisches Reservevolumen:	3500 - 5000 ml
Reserveluft (exspiratorisches Reservevolumen) = kann durch maximale Exspiration noch ausgeatmet werden:	800 - 1500 ml
Atemvolumen (Atemluft) = bei ruhiger Atmung bewegte Luftmenge:	500 - 800 ml
Atemgrenzwert (nach HERRMANNSEN) = maximales Atemminutenvolumen: bei Arbeit bis zur Erschöpfung.	100 - 120 l

In den nun folgenden Tabellen und graphischen Darstellungen erfolgt im einzelnen die Wiedergabe der

Ergebnisse der durchgeführten spirographischen Messungen

		V K			A G W			Reserveluft		
	Name	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1.	M.F.	574o	598o	585o	1o6	131	14o,1	22oo	185o	2o3o
2.	W.B.	572o	584o	584o	152,8	17o,2	161,1	146o	1495	156o
3.	A.M.	477o	496o	492o	93,4	126,8	15o,5	149o	146o	162o
4.	A.	417o	439o	445o	113,8	116	1o2,4	111o	144o	1525
5.	W.Ba.	465o	469o	483o	12o	122	138	159o	143o	175o
6.	E.L.	54oo	552o	541o	131,5	144	119,5	163o	179o	172o
7.	K.B.	73oo	73oo	74oo	187	2o4	196	27oo	286o	277o
8.	A.K.	58oo	59oo	561o	159	159	112	284o	261o	251o
9.	M.B.	377o	394o	383o	82	92	74,9	111o	162o	115o
1o.	M.Sta.	427o	433o	41oo	113	123	122	157o	159o	163o
11.	L.G.	438o	436o	432o	76,5	81,5	93,1	178o	187o	165o
12.	E.K.	324o	321o	292o	6o	73,6	68,5	117o	111o	11o5
13.	E.Ko.	394o	38oo	39oo	6o,5	7o,5	69,4	118o	118o	121o
14.	K.Th.	416o	536o	53oo	115	117	143	1o2o	131o	127o
15.	F.W.S.	451o	477o	485o	82,6	95	11o,5	23oo	1875	184o
16.	A.Z.	432o	439o	442o	99	1o1	1o3	1595	1685	1395
17.	M.C.	37oo	375o	39oo	99	89	94,5	1115	1335	1365
18.	H.W.	314o	264o	258o	62,5	52	68	92o	825	86o
19.	M.H.	284o	288o	279o	63,5	6o,6	61,7	1115	1o85	1o5o
2o.	G.Gr.	4o8o	43oo	4ooo	124,5	12o,8	121,5	158o	156o	158o

Tab.2

Die Tabelle 2 enthält eine Zusammenfassung der bei den 20 untersuchten Personen bestimmten Meßwerte für Vitalkapazität, Atemgrenzwert und Reserveluft in den Haltungsformen

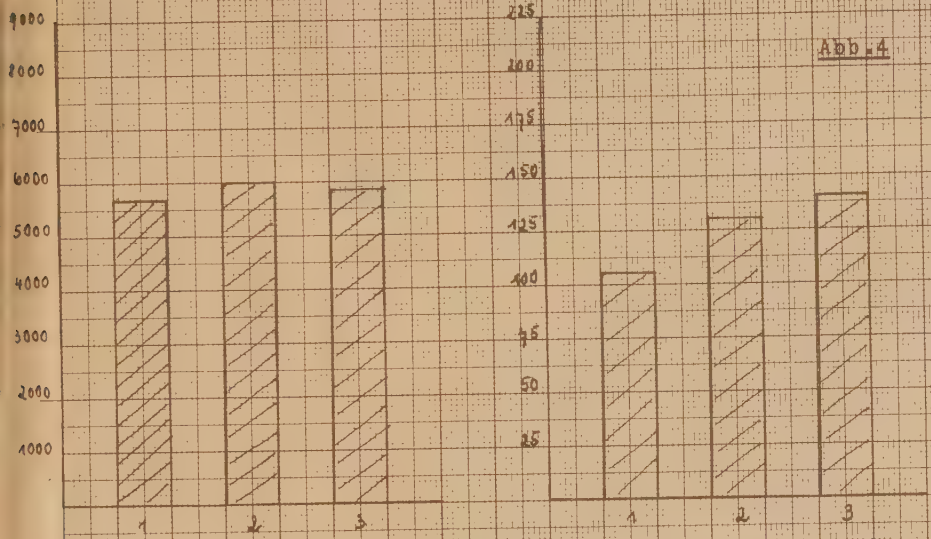
I. Sitzen gebeugt
II. Sitzen gerade
III. Stehen gerade (Vergleichshaltung zu II).

Im folgenden sind in den Abbildungen 4-23 die in Tabelle 2 zusammengefaßten Werte in einer Gegenüberstellung der einzelnen Körperhaltungen zueinander graphisch dargestellt. Aus dem Unterschied in der Höhe der einzelnen Säulen kann man bereits den Einfluß der Haltung auf die Atemfunktionen ablesen.

VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität)

Abb. 4



Name : M. F.

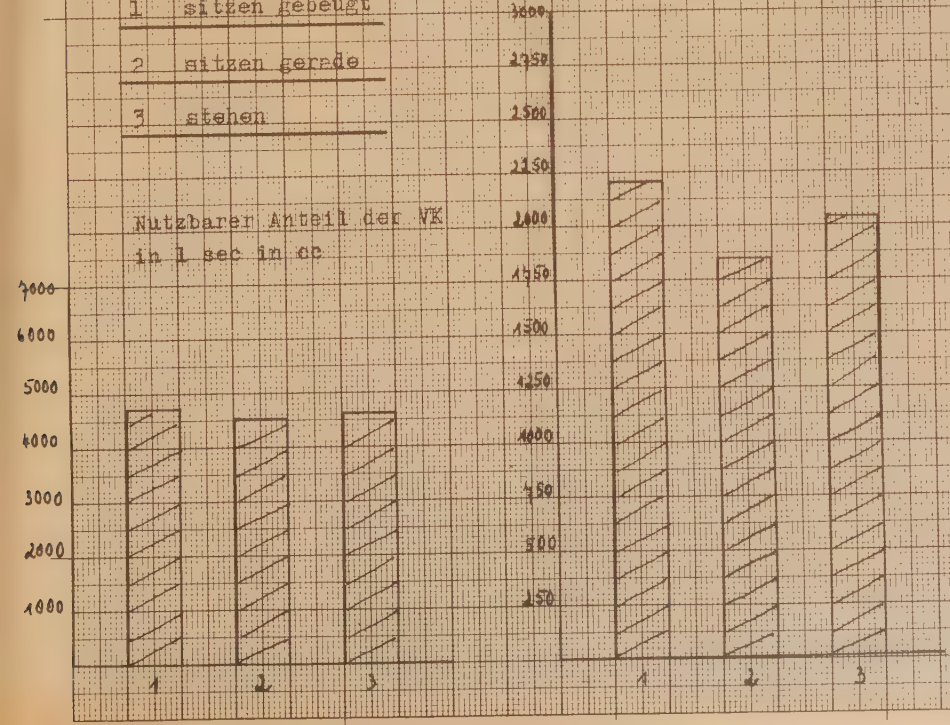
1 sitzen gebeugt

2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

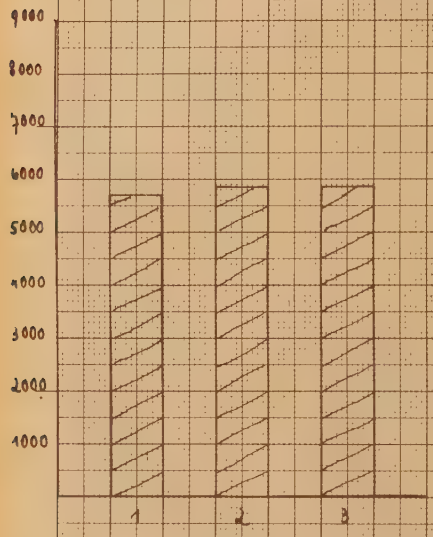
Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc

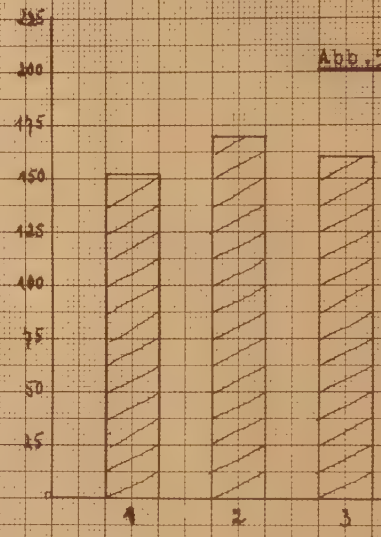


VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

Abb. 5





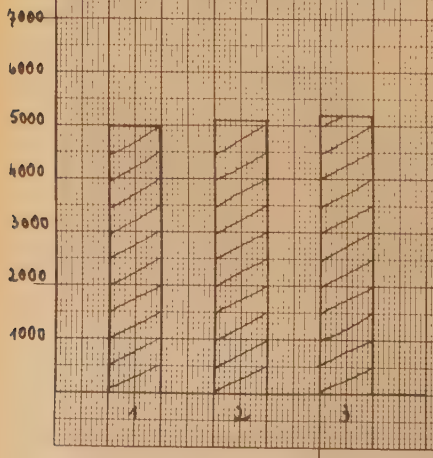
Name : W. B.

1 sitzen gebeugt

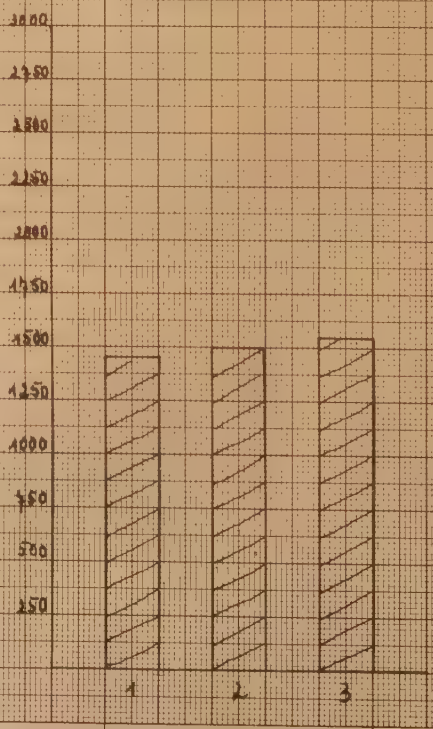
2 sitzen gerade

3 stehen

Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc



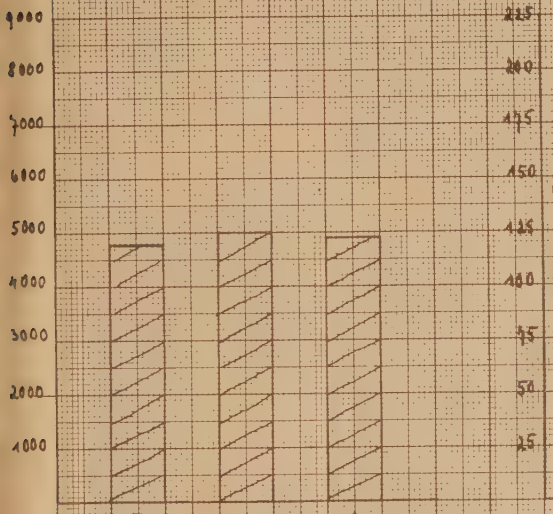
Reserveluft

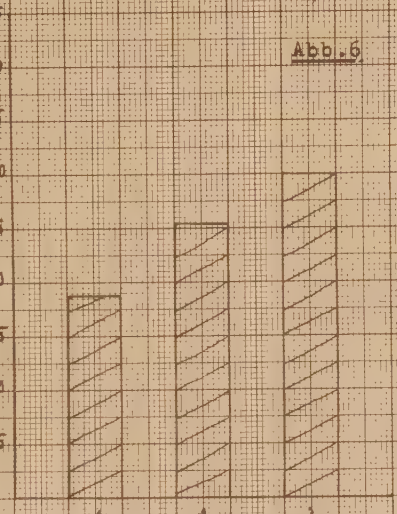


VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

ACW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität)

Abb.6





Name : A. M.

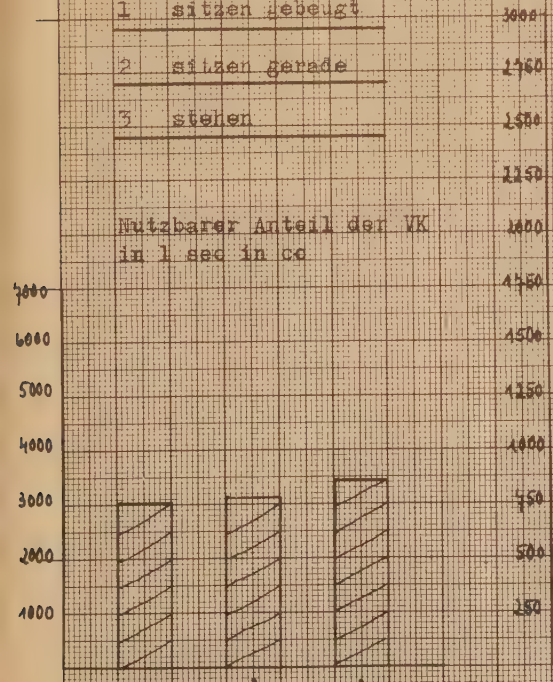
1 sitzen gebeugt

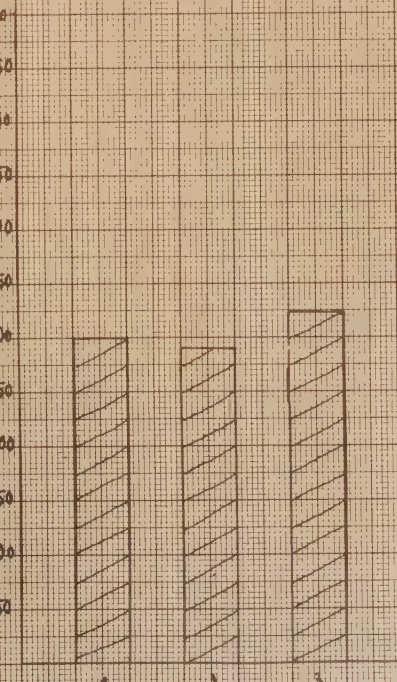
2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

Nutzbarer Anteil der VK in 1 sec in cc

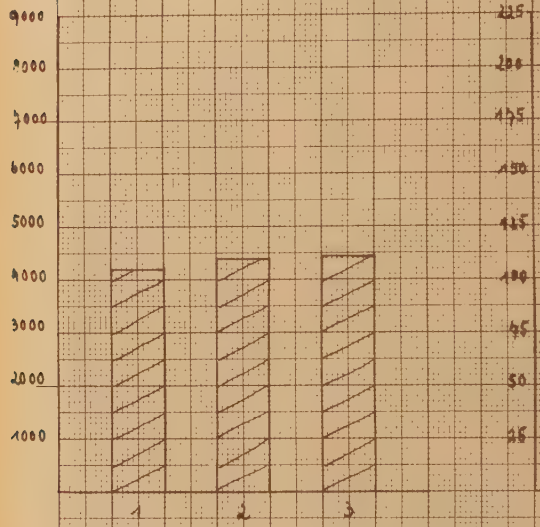


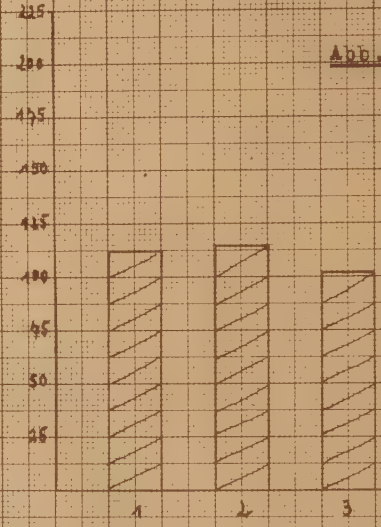


VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

ACW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

Abb. 7





Name : A.

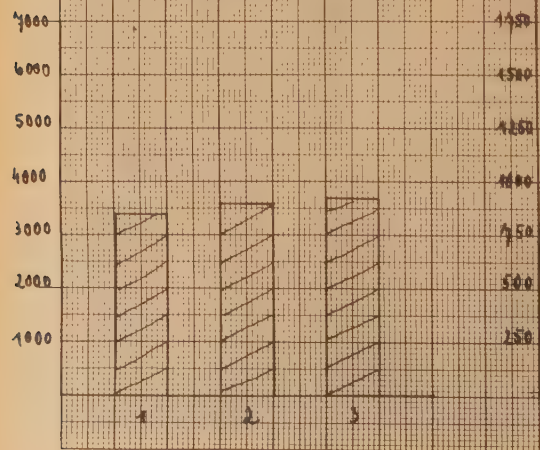
1 sitzen gebeugt

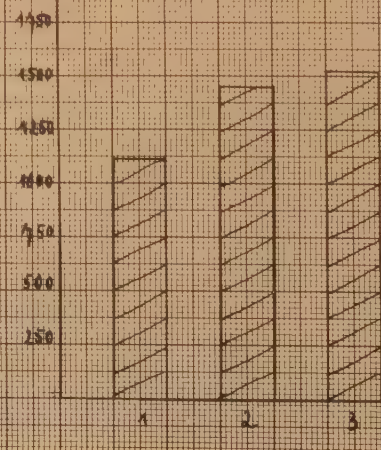
2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

Nutzbarer Anteil der VK
im 1 sec in cc

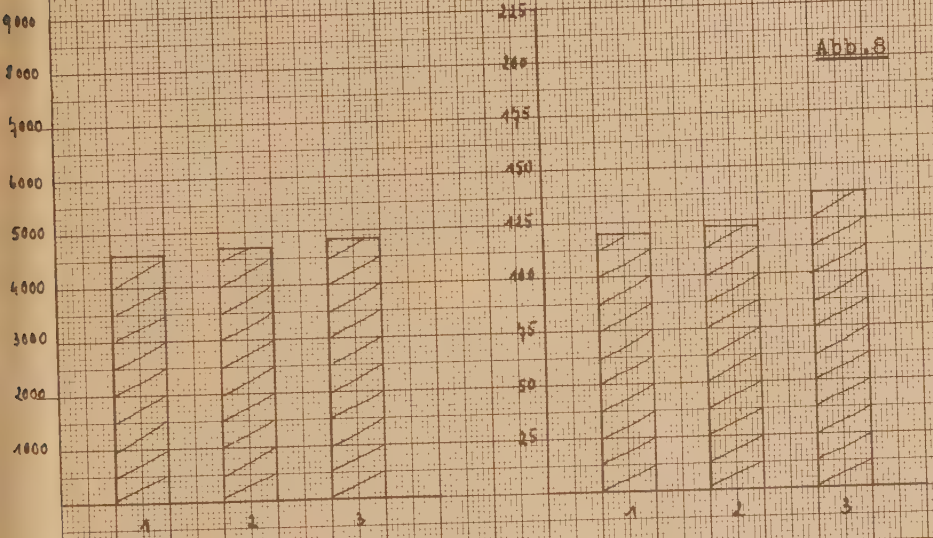




VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität)

Abb.8



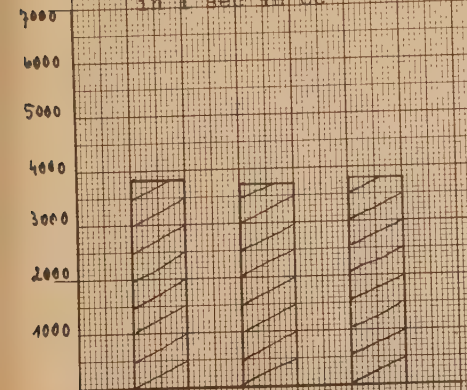
Name : W. Ba.

1 sitzen gebeugt

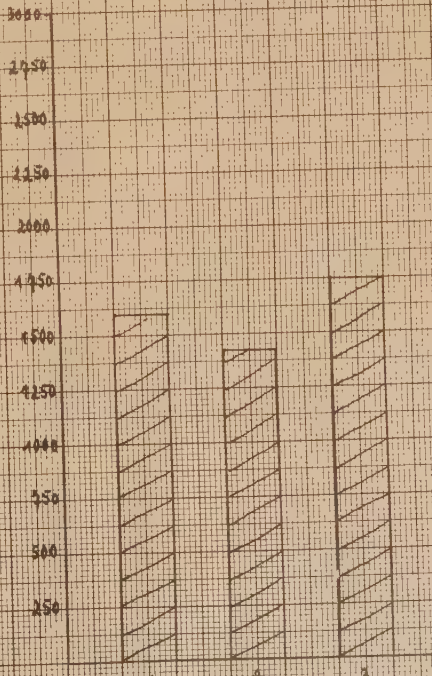
2 sitzen gerade

3 stehen

Nutzbarer Anteil der VK
in l aer in cc



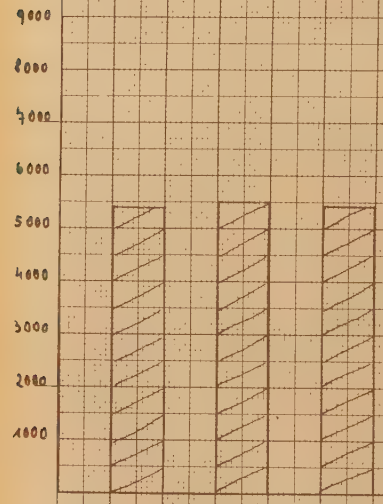
Reserveluft

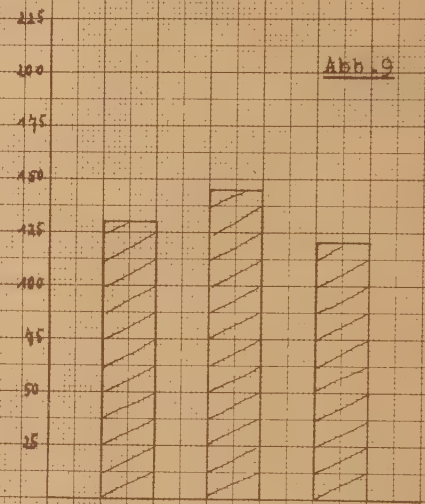


VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazit

Abb. 9





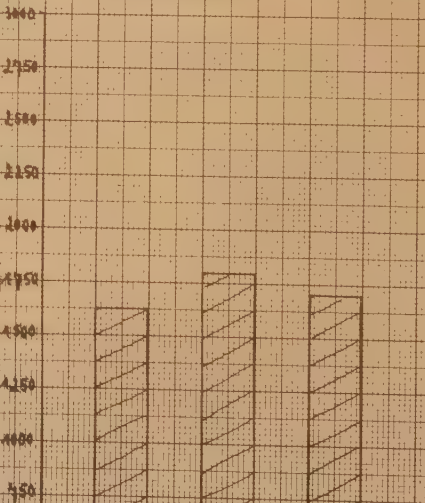
Name : E. L.

1 sitzen gebeugt

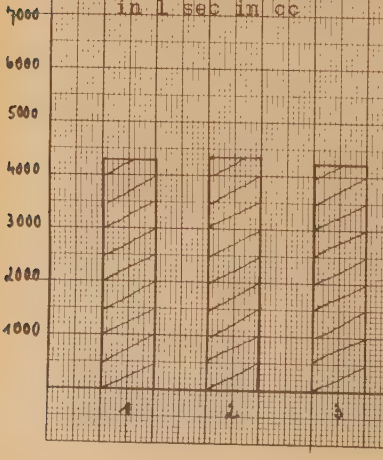
2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft



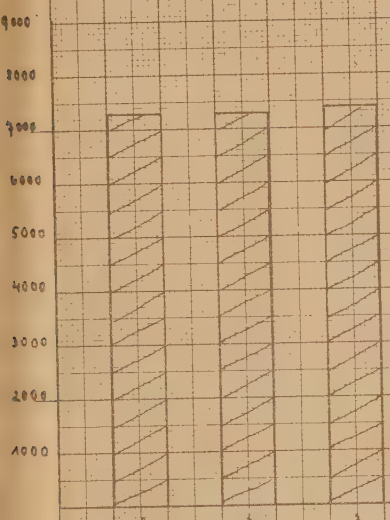
Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc

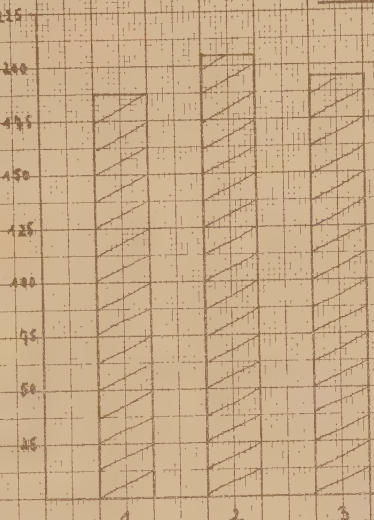


VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

ACW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

Abb.10





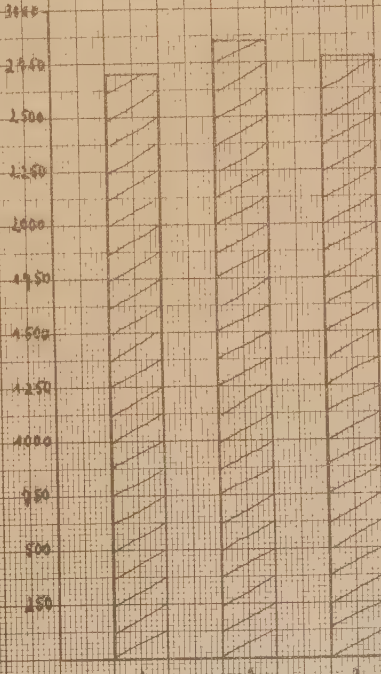
Name : K. B.

1 sitzen gebeugt

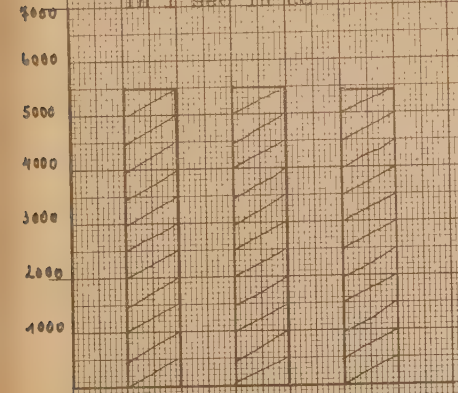
2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft



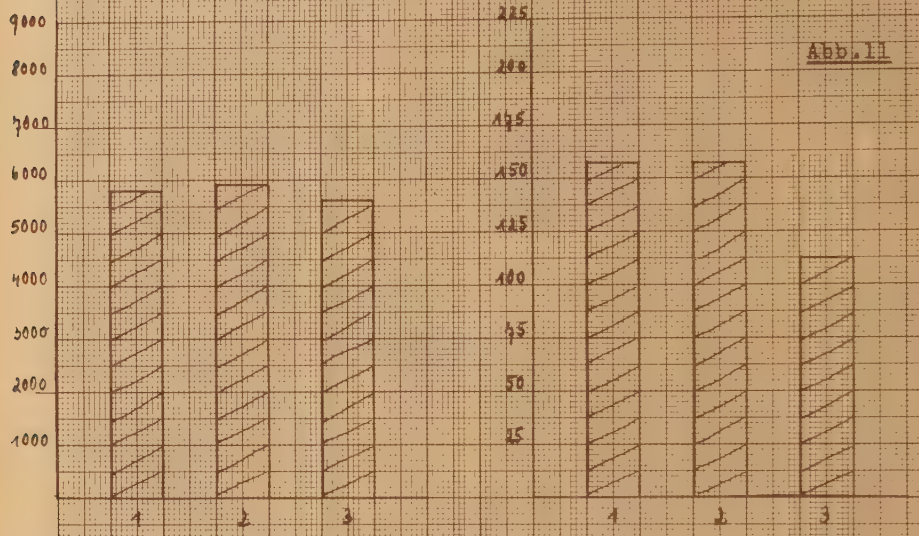
Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapaz

Abb.11



Name : A. K.

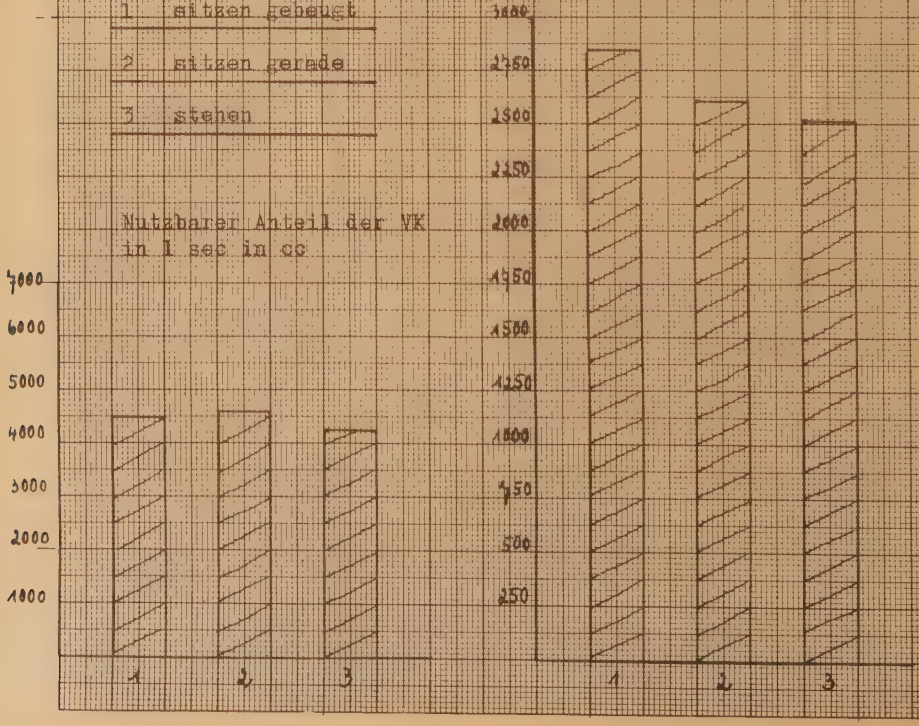
1 sitzen gebeugt

2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

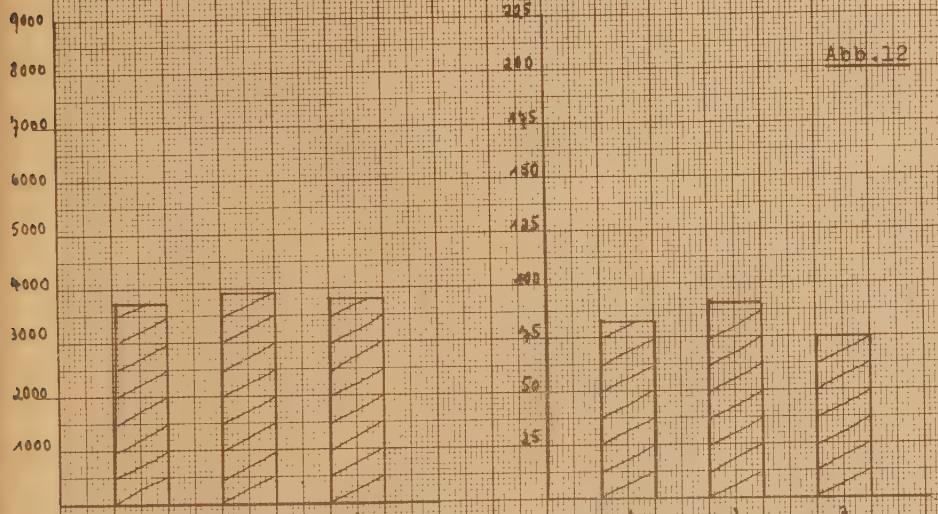
Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

Abb.12



Name : M. B.

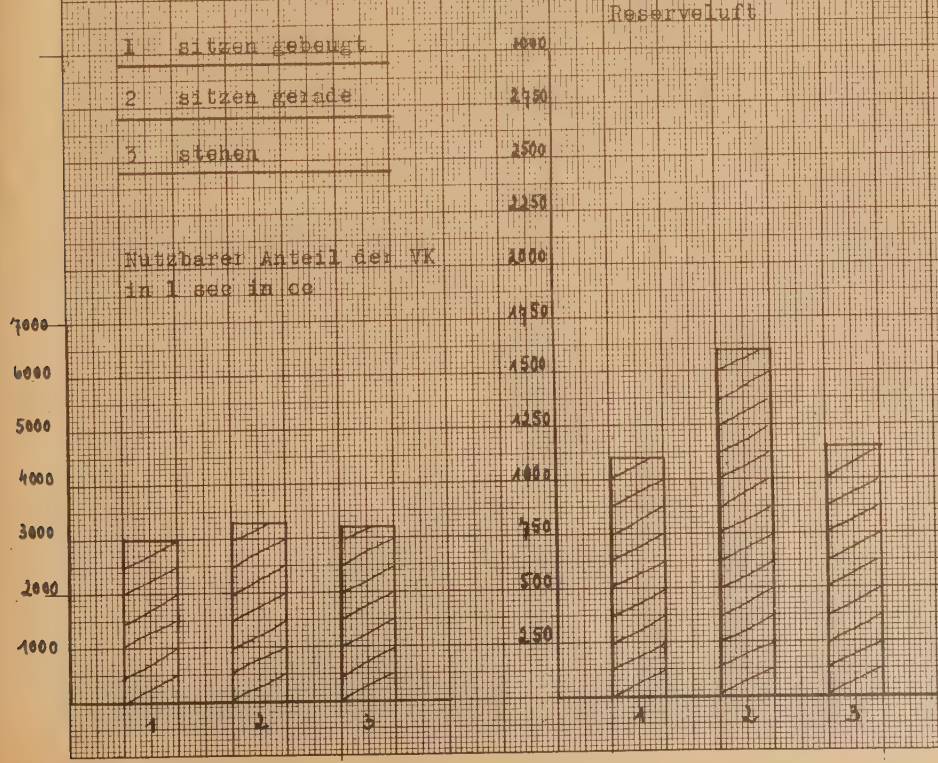
1 sitzen gebeugt

2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

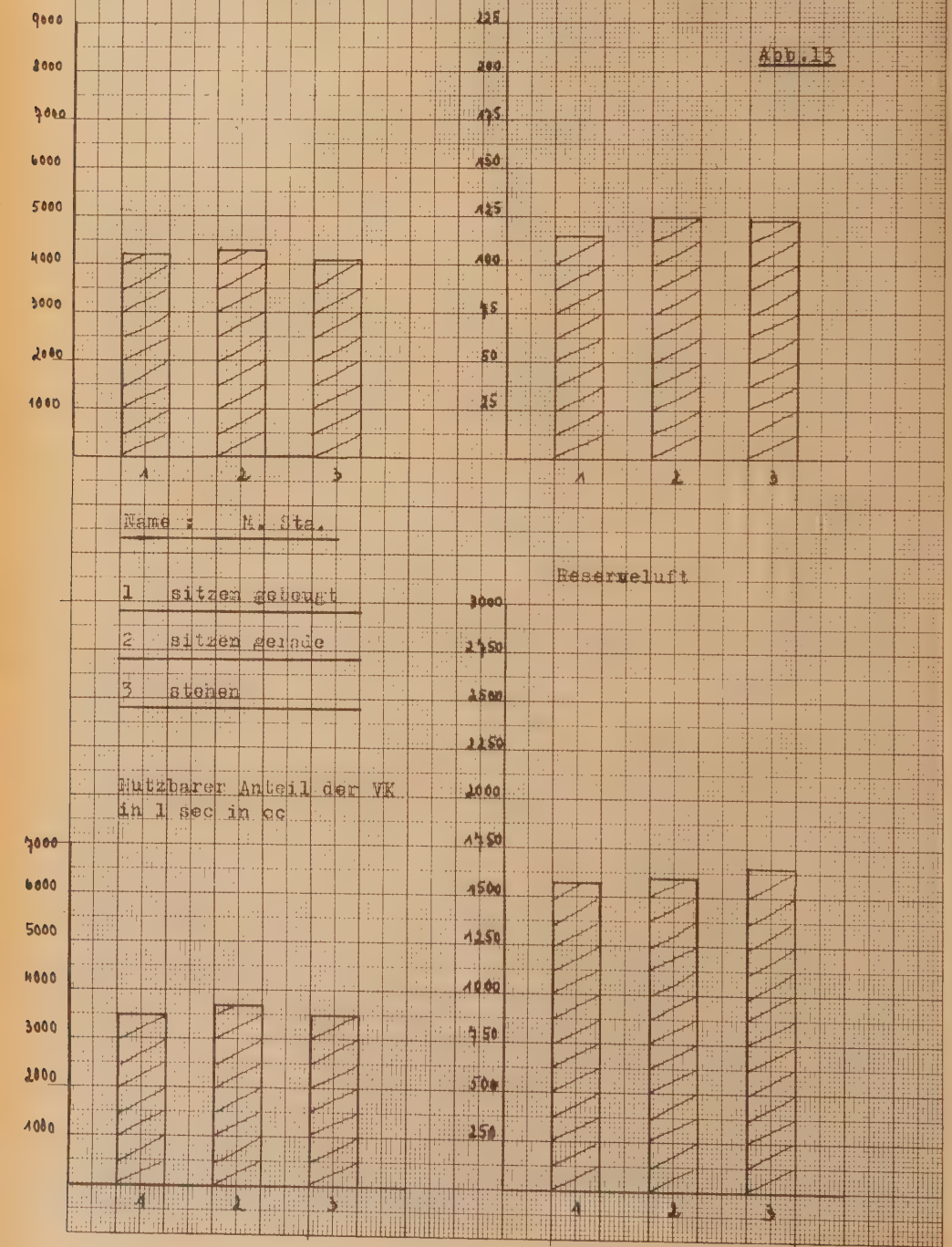
Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

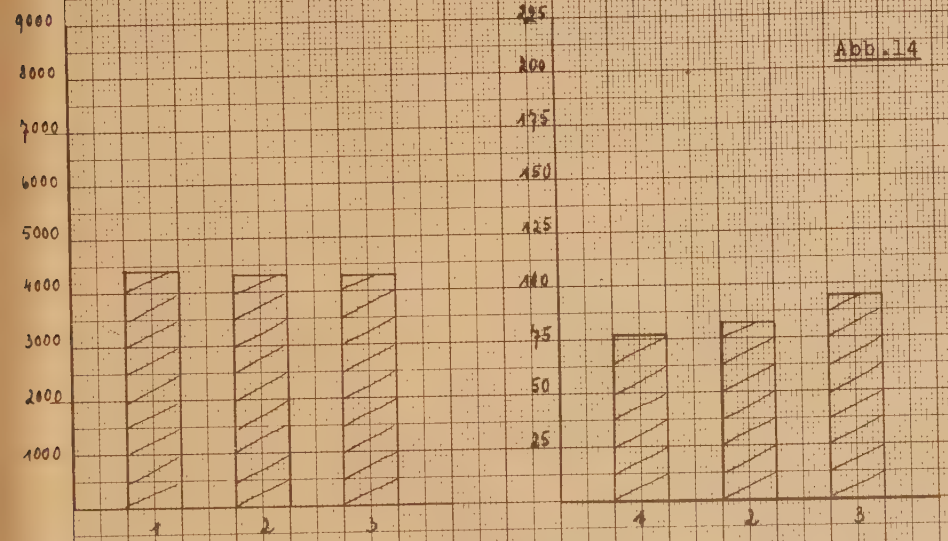
Abb.15



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

ACW = Atemäquivalentwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

Abb. 14



Name : L. G.

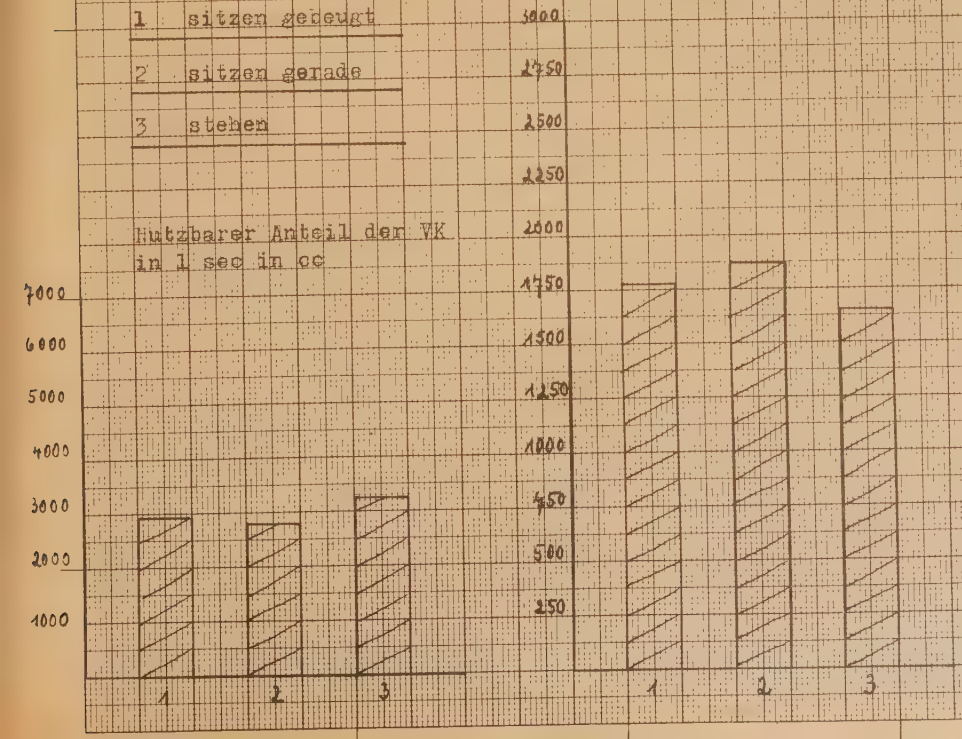
1 sitzen gebeugt

2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

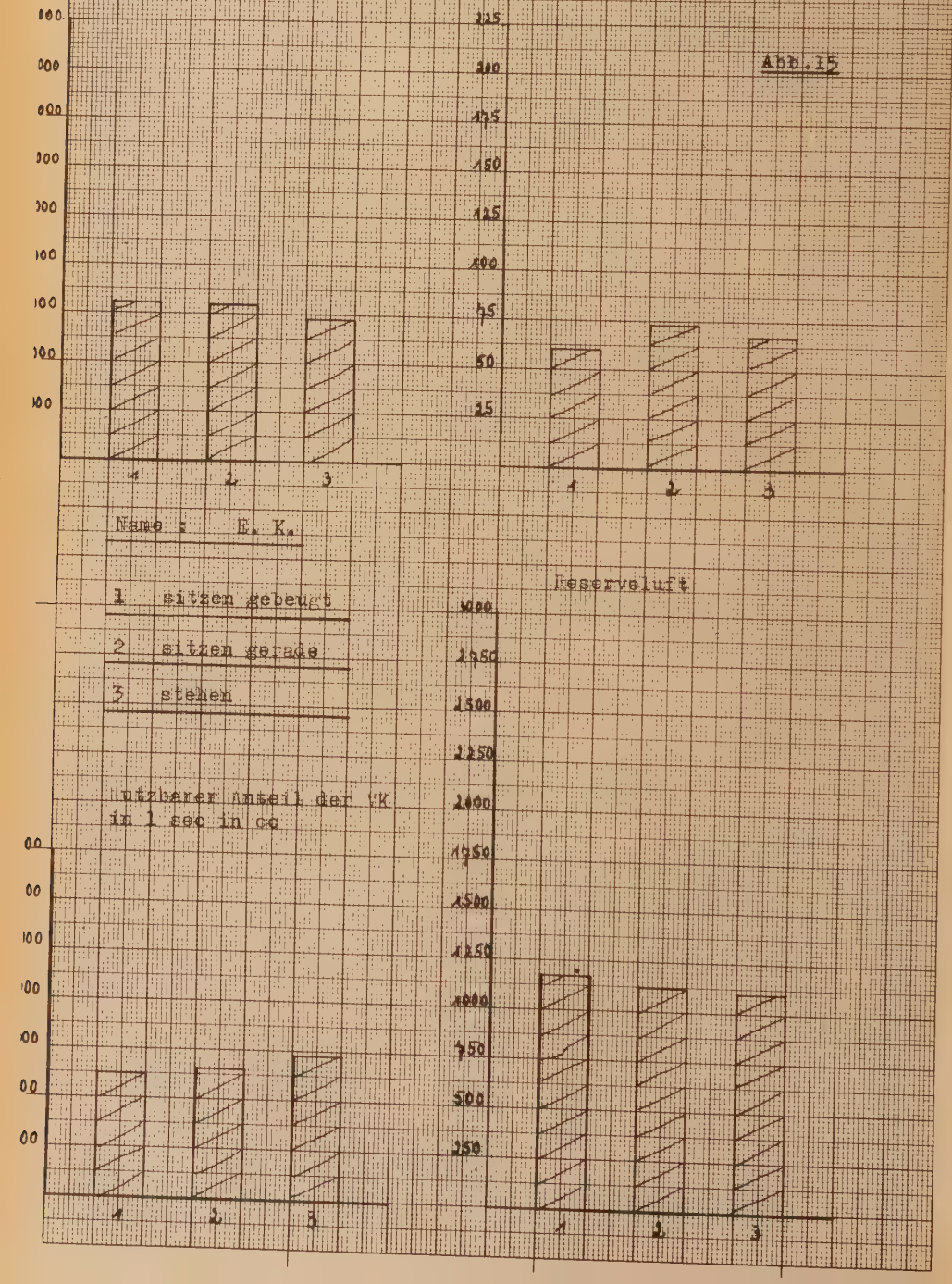
Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc



VK = Vitalkapazität
(absolute Kapazität)

ACW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

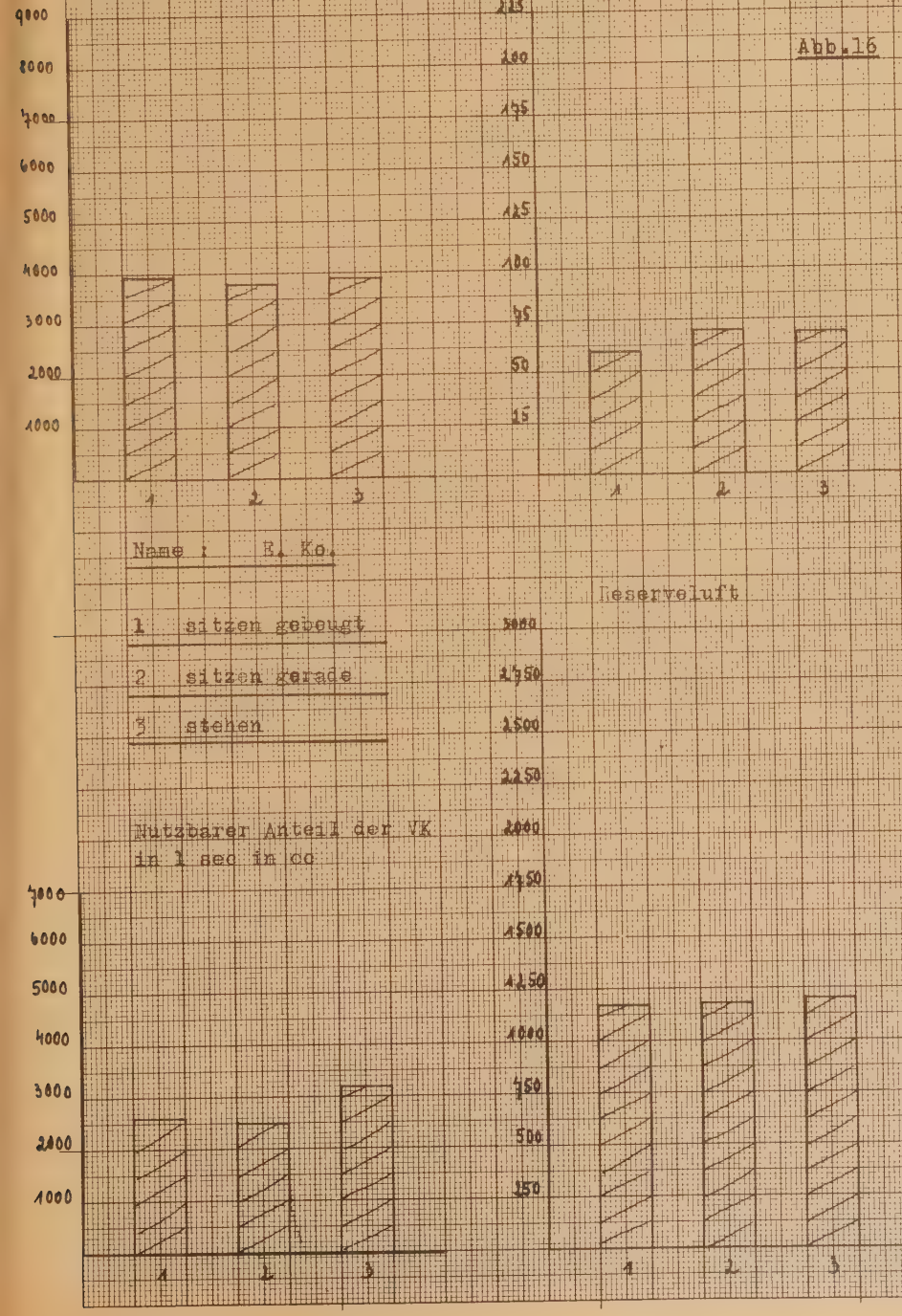
Abb.15



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

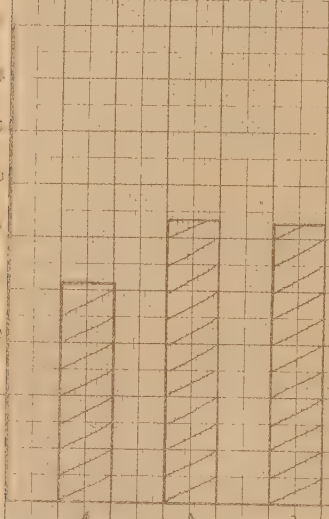
Abb.16

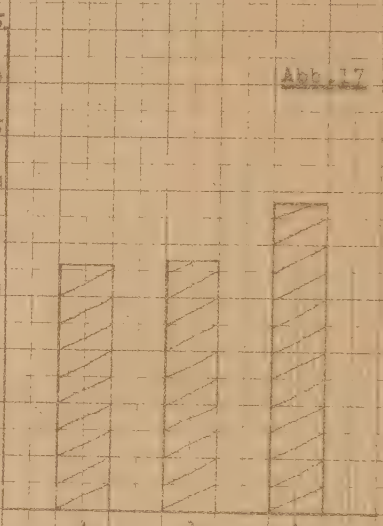


VK = Vitalkapazität
(stündliche Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

Abb. 17





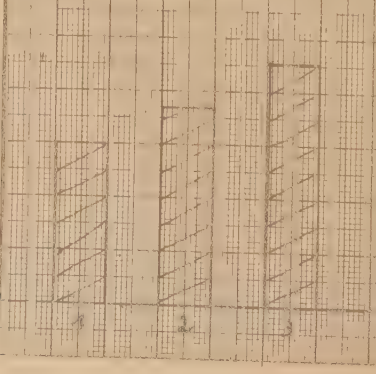
Name : K. Th.

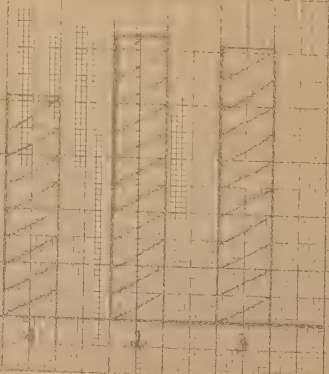
1 sitzen gebeugt

2 sitzen gerade

3 stehen

Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc

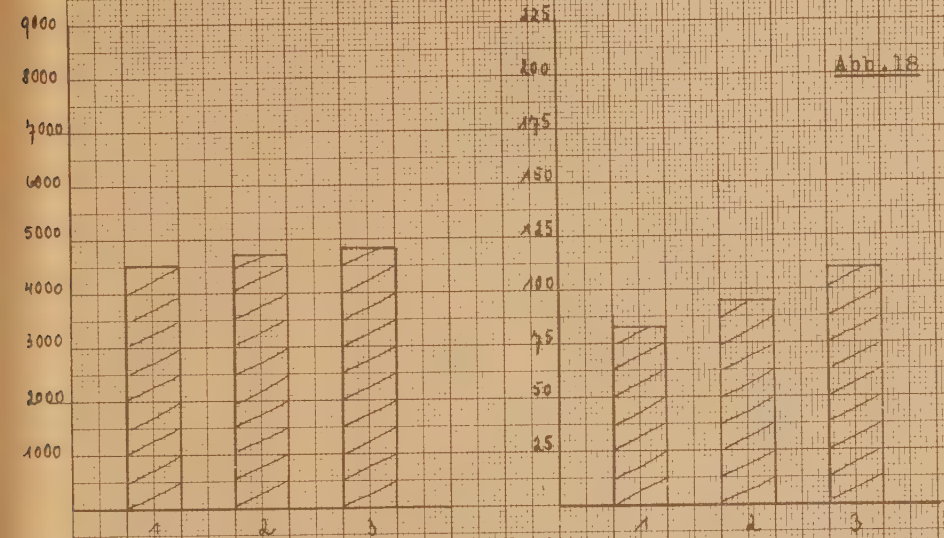




VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

Abb. 18



Name : F. W. S.

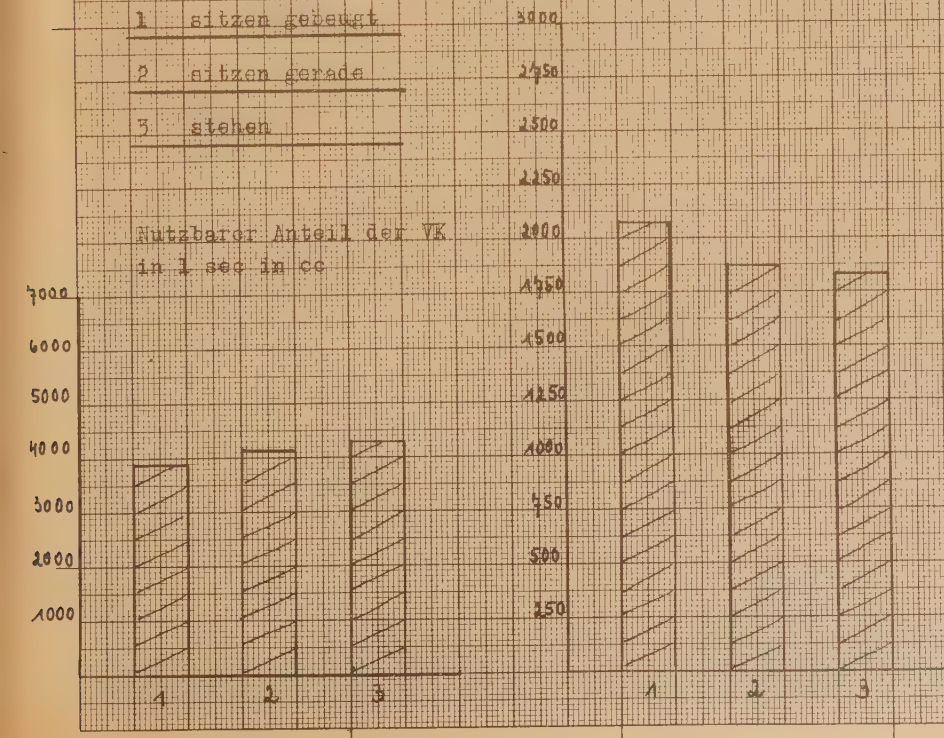
1 sitzen gebeugt

2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

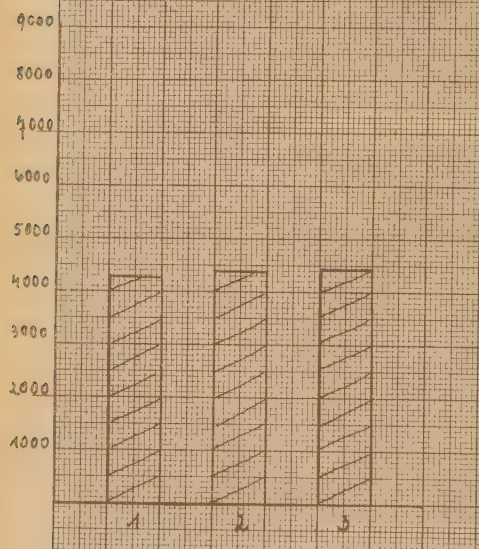
Nutzbarer Anteil der VK
in 1 sec in cc

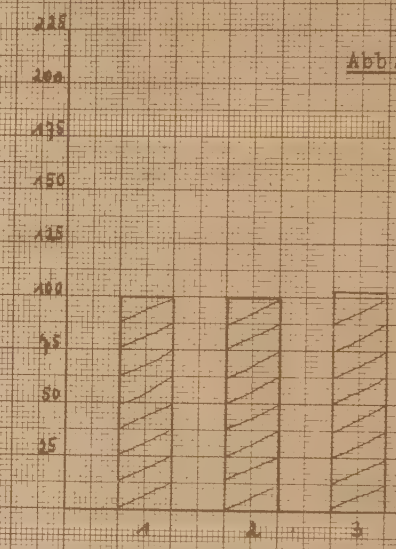


VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Abemgrenzwert
(Abendynamik = max. Atemkapazität

Abb. 19





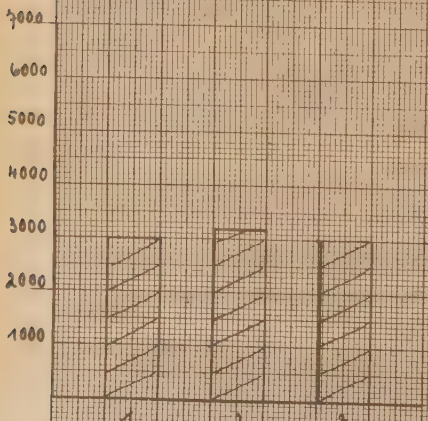
Name : A. Z.

1 sitzen gebeugt

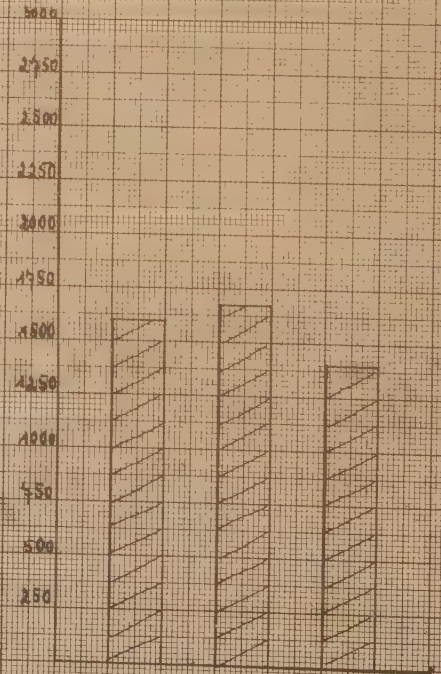
2 sitzen gerade

3 stehen

Nutzbarer Anteil der VK in 1 sec in cc



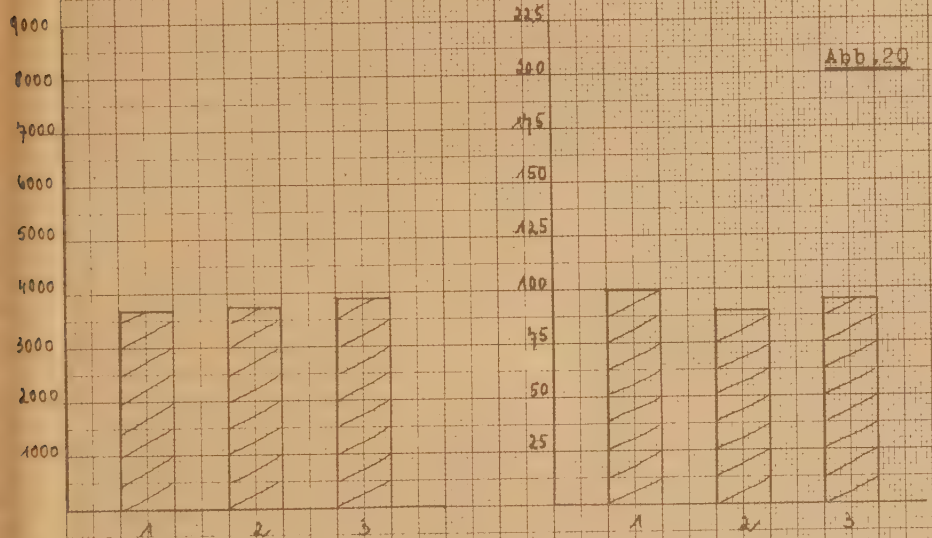
Reserveluft



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität)

Abb. 20



Name : M. C.

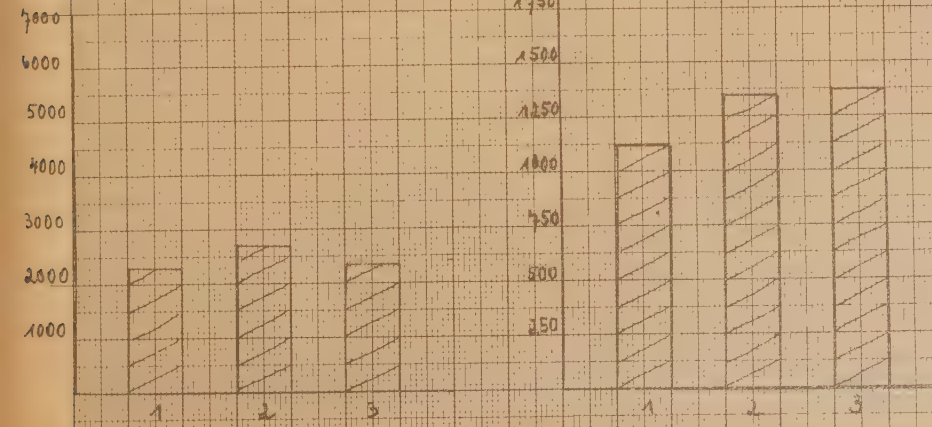
1 sitzen gebeugt

2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

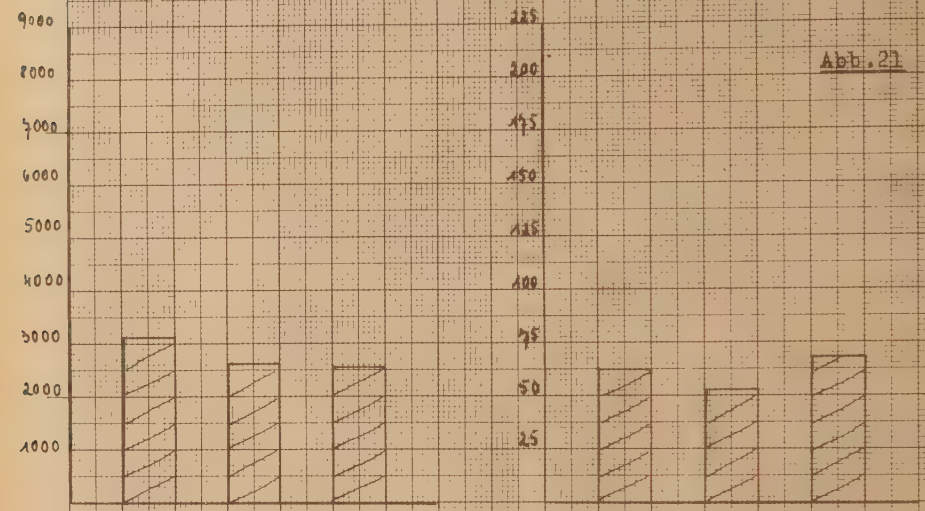
Nutzbarer Anteil der VK in 1 sec in cc



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapaz

Abb. 21



Name : H. W.

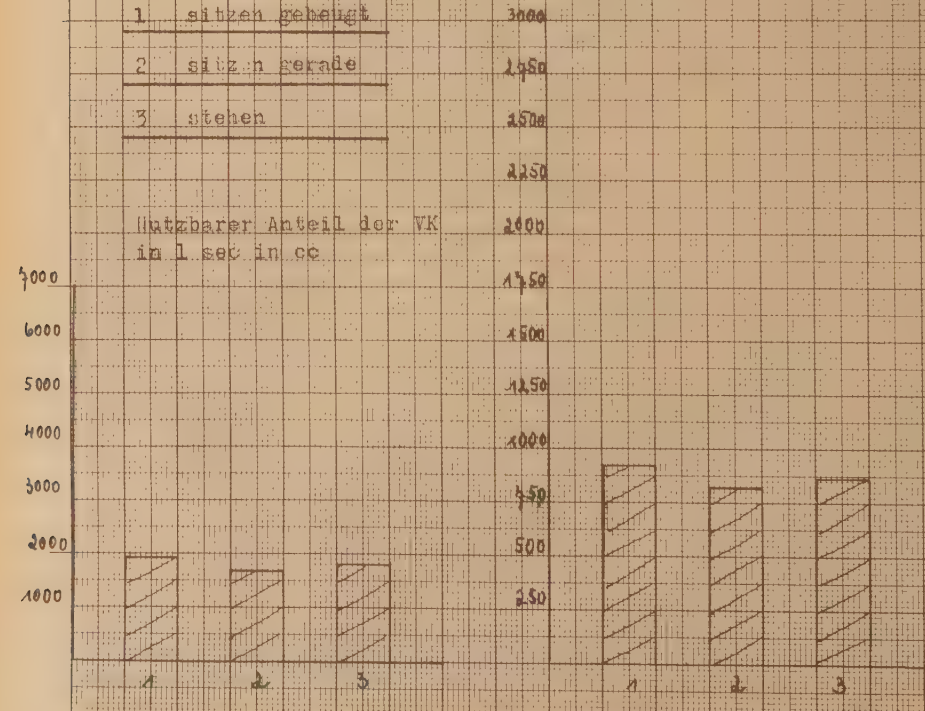
1 sitzen gebeugt

2 sitzen gerade

3 stehen

Reserveluft

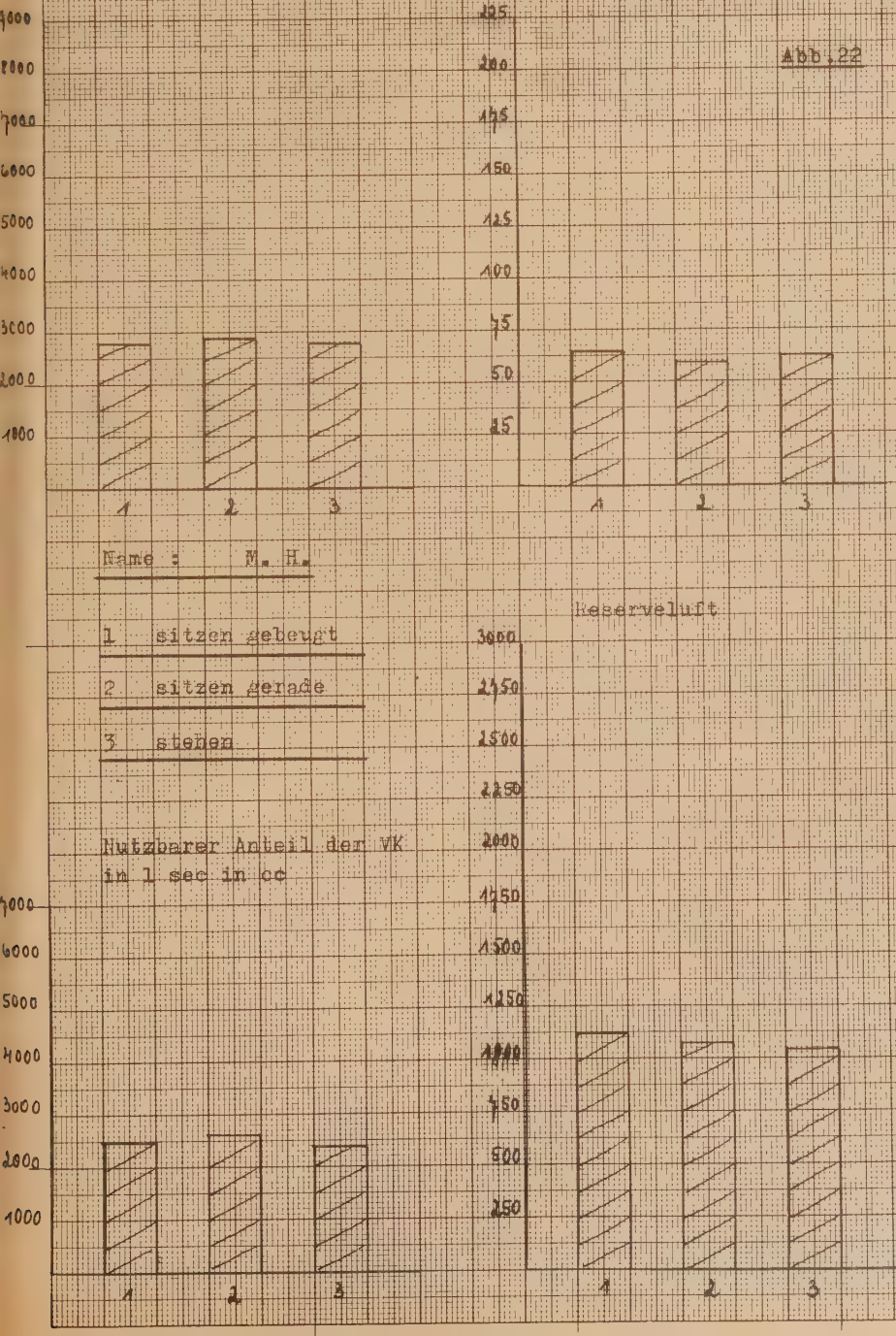
Nutzbarer Anteil der VK in 1 sec in cc



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität)

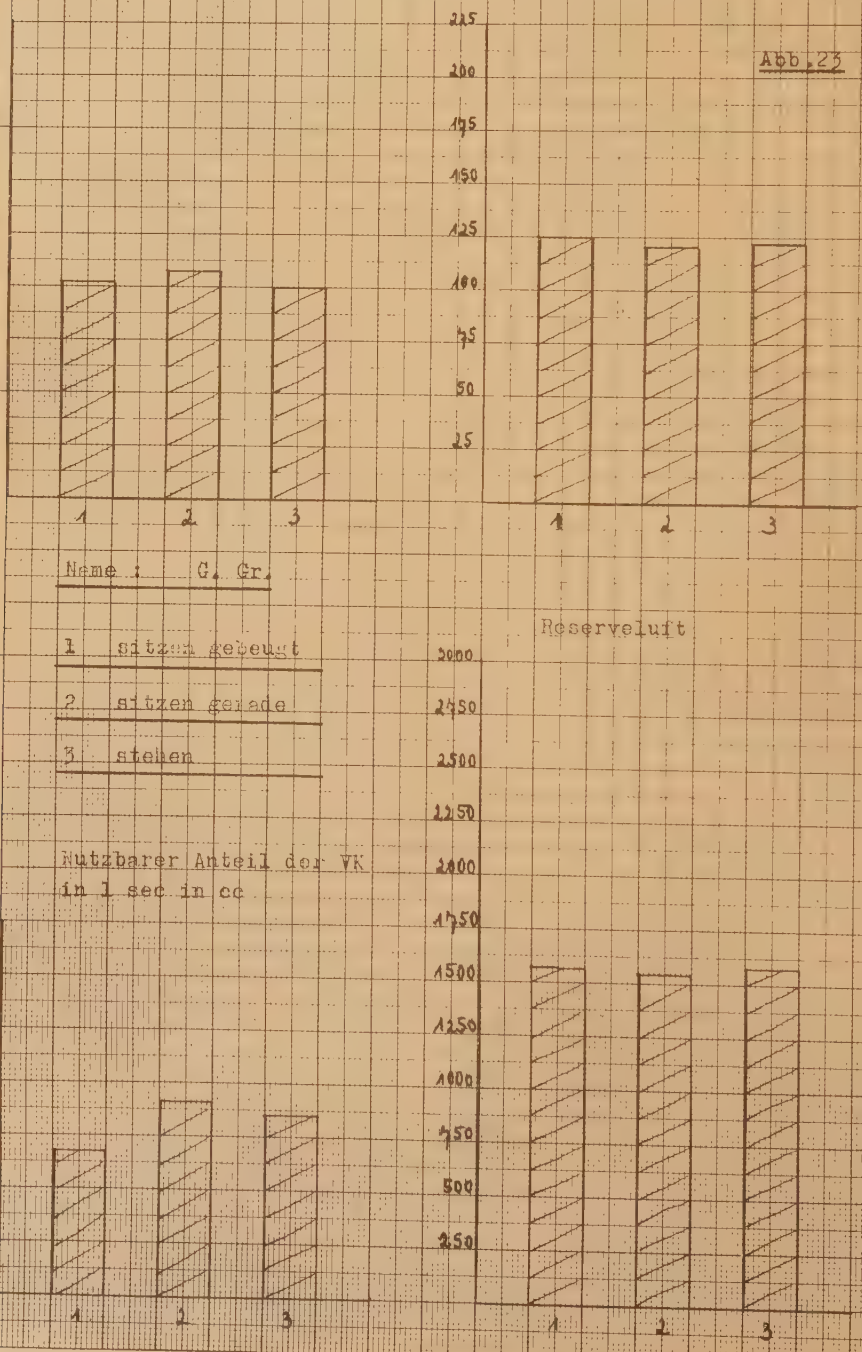
Abb. 22



VK = Vitalkapazität
(statische Kapazität)

AGW = Atemgrenzwert
(Atemdynamik = max. Atemkapazität

Abb. 23



		V K			A G W			Reserveluft	
	Name	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1.	M.F.	+27	+32	+ 5	+ 7	+32	+25	+133	+ 96	-37
2.	W.B.	+34	+37	+ 3	+62	+81	+19	+ 64	+ 68	+ 4
3.	A.M.	+12	+16	+ 4	- 1	+35	+36	+ 68	+ 64	- 4
4.	A.	- 1	+ 4	+ 5	+23	+26	+ 3	+ 27	+ 65	+38
5.	W.Ba.	+19	+2o	+ 1	+39	+42	+ 3	+ 95	+ 76	-19
6.	E.L.	+24	+27	+ 3	+32	+51	+19	+ 8o	+ 98	+18
7.	K.B.	+53	+53	± o	+79	+96	+17	+172	+188	+16
8.	A.K.	+31	+33	+ 2	+63	+63	± o	+2o8	+182	-26
9.	M.B.	+15	+2o	+ 5	+14	+28	+14	+ 63	+138	+75
1o.	M.Sta.	+35	+37	+ 2	+62	+77	+15	+138	+142	+ 4
11.	L.G.	+ 2	+ 1	- 1	-19	-13	+ 6	+ 99	+11o	+11
12.	E.K.	+ 6	+ 5	- 1	-11	+ 9	+2o	+ 84	+ 75	- 9
13.	E.Ko.	+23	+19	- 4	-14	± o	+14	+ 76	+ 76	± o
14.	K.Th.	+2o	+55	+35	+51	+54	+ 3	+ 42	+ 82	+4o
15.	F.W.S.	+88	+99	+11	+56	+8o	+24	+358	+274	-84
16.	A.Z.	+25	+27	+ 2	+31	+33,5	+ 2,5	+122	+135	+13
17.	M.C.	+13	+14	+ 1	+37	+23	-14	+ 64	+ 96	+32
18.	H.W.	- 2	-17,5	-15,5	-11	-16	- 5	+ 38	+ 24	-14
19.	M.H.	-16	-15	+ 1	-14,5	-18	- 3,5	+ 59	+ 56	- 3
2o.	G.Gr.	- 4,5	+ o,5	+ 5	+32	+28	- 4	+ 78	+ 75	- 3

Tab.3

In obiger Tabelle sind die prozentualen Abweichungen der gefundenen "Ist-Werte" von den nach Alter, Größe und Ge-

wicht errechneten Sollwerten der einzelnen untersuchten Personen dargelegt, und zwar

a) = prozentuale Abweichung vom Sollwert bei erschlaffter Sitzhaltung
b) = prozentuale Abweichung vom Sollwert bei aufrechter Sitzhaltung.

Gleichzeitig ist in c) die prozentuale Abweichung zwischen a) und b) angegeben.

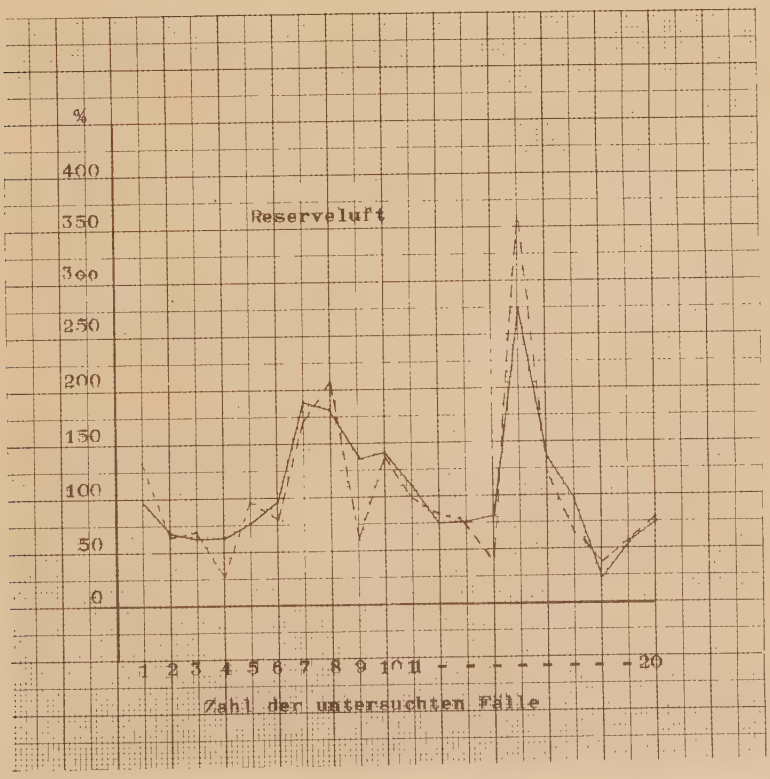
Ergebnis

Auf Grund des gefundenen Zahlenmaterials bei der Messung der verschiedenen Funktionsgrößen der Atmung (Vitalkapazität - Atemgrenzwert - Reserveluft) mittels der Spirographie bei 20 organisch gesunden Personen im Alter von 18 - 30 Jahren hat sich gezeigt, daß bei 2/3 der Untersuchten die Vitalkapazität und der Atemgrenzwert im Sitzen in erschlaffter Haltung gegenüber aufrechter Sitzhaltung abgenommen haben, und zwar im einzelnen zwischen 1 % - 35 % bei der Vitalkapazität und zwischen 2 % - 36 % beim Atemgrenzwert.
Nur in 1/5 der Fälle ergab die Untersuchung im Sitzen in erschlaffter Haltung gegenüber aufrechter Sitzhaltung eine Zunahme, und zwar bei der Vitalkapazität von 1 % - 15,5 % und beim Atemgrenzwert von 3,5 % - 14 %. Bei je einer Person ergab die Messung von VK und AGW in den beiden Sitzhaltungen keinen meßbaren Unterschied.

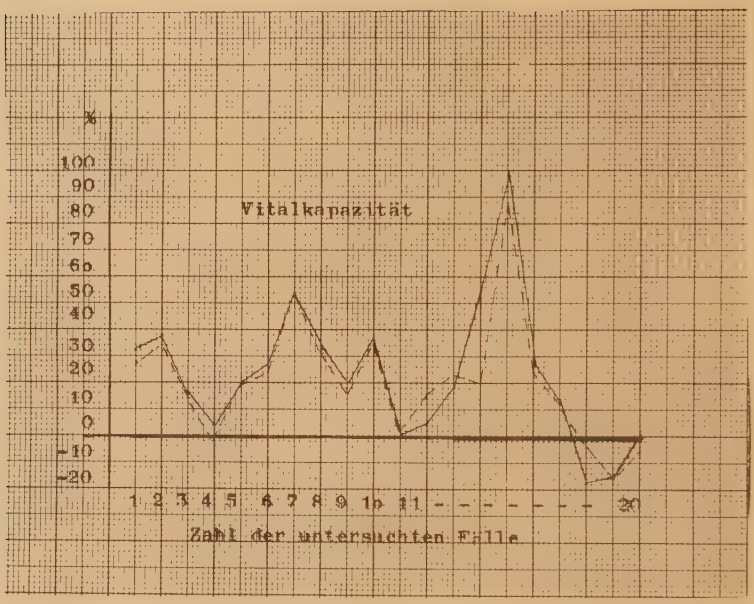
Bei der Bestimmung der Reserveluft konnte keine zahlenmäßig unterschiedliche Zu- bzw. Abnahme in Abhängigkeit von der Sitzhaltung festgestellt werden.

Um einen bildlichen Begriff von den tatsächlichen Unterschieden der Lungenfunktionsgrößen in den einzelnen Sitzhaltungen zu bekommen, wurden die in Tabelle 3 angegebenen

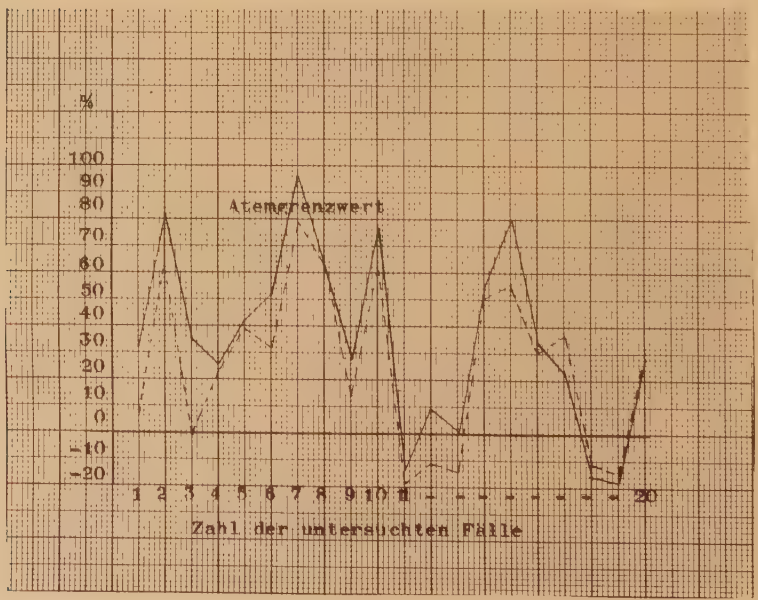
prozentualen Abweichungen der Ist-Werte von den Soll-Werten der bestimmten Atemfunktionen in folgenden graphischen Darstellungen zusammengefaßt.



Tab.4


%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
Vitalkapazität
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 - - - - - - - - 20
Zahl der untersuchten Fälle

Tab.5


%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
Atemgrenzwert
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 - - - - - - - - - 20
Zahl der untersuchten Fälle

Tab.6

Bei einer abschließenden Gesamtbetrachtung der erzielten Ergebnisse dieser Untersuchungsreihe bestätigt sich zu Recht die Annahme, daß das Sitzen mit Rundrücken im Vergleich zum aufrechten Sitzen eine Einschränkung der Atemfunktionen zur Folge hat.

Im Atemtyp ist ein Übergang von der vorwiegenden Brustatmung beim aufrechten Stehen und auch noch beim aufrechten Sitzen zur fast ausschließlichen Zwerchfell-Flankenatmung beim Sitzen in erschlaffter Haltung eingetreten.

Bei der röntgenologischen Untersuchung der Zwerchfellbeweglichkeit manifestiert sich diese Feststellung in einer Zunahme der Zwerchfellhubhöhe.
Gleichzeitig mit der Änderung der Sitzhaltung ist ein Rückgang der Meßwerte bestimmter Atemfunktionsgrößen festzustellen.
In zwei Drittel der Fälle nehmen bei 20 untersuchten, organisch gesunden Personen die statische Kapazität, d.h. die Vitalkapazität und die Atemdynamik, d.i. die maximale Atemkapazität (= Atemgrenzwert) in erschlaffter Sitzhaltung gegenüber den gemessenen Werten in aufrechter Sitzhaltung zwischen 1 % - 35 % bzw. 2,5 % - 36 % ab.

Diese als verhältnismäßig gering anzusehende Abnahme der Atemfunktionsgrößen läßt darauf schließen, daß zunächst bei den untersuchten Fällen ein nicht gestörter Kompensationsmechanismus beim Übergang vom Sitzen in aufrechter Haltung zum Sitzen in erschlaffter Haltung die behinderte Brustatmung durch vermehrte Zwerchfell-Flankenatmung, zwar nicht vollständig, aber doch weitgehendst ausgleichen kann.

Andererseits wird es verständlich, daß es bei der Vielfalt der Störungsmöglichkeiten dieses Kompensationsmechanismus - sei es durch angeborene oder erworbene krankhafte Veränderungen am Stützapparat, hierzu gehören Wirbelsäulen-

deformitäten, Thoraxverformungen, pathologische Veränderungen des Muskelapparates und des Zwerchfelles oder Organveränderungen im Bereich von Brust- und Bauchraum, um nur einige Beispiele anzuführen - zu einer Insuffizienz der Zwerchfell-Flankenatmung kommen kann, die dann, vorausgesetzt immer im Vergleich zu einer ungestörten Brustatmung, durch das Sitzen mit Rundrücken zu einer wesentlich stärkeren Beeinträchtigung der Gesamtatmung führen muß.
Folgerichtig muß, von diesem Standpunkt aus gesehen, die kyphotische Sitzhaltung in Bezug auf die Gesamtatmung als Haltungsfehlform im eigentlichen Sinn betrachtet werden.

Zusammenfassung

Nach einer einleitenden Betrachtung über Häufigkeit von Haltungsfehlformen, Wirbelsäulenhaltung und Sitzhaltung sowie ihre Beziehungen zur Atmung, wird in vorliegender Arbeit die Frage zu klären versucht, inwieweit speziell Atmung und Zwerchfellbeweglichkeit durch die Sitzhaltung beeinflußt werden.

Hierzu wurden an 40 organisch gesunden Personen Vitalkapazität - Atemgrenzwert - Reserveluft sowie Zwerchfellhubhöhe im Sitzen mit Rundrücken sowie in aufrechter Sitzhaltung bestimmt.

Mittels der beschriebenen Untersuchungsmethoden konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:

Beim Sitzen mit Rundrücken kommt es bei allen untersuchten Personen zu einer Zunahme der Zwerchfellhubhöhe.
Gleichzeitig nehmen jedoch die Atemfunktionsgrößen in 2/3 der Fälle ab.
Im Vergleich zur aufrechten Sitzhaltung erscheint jedoch die Abnahme von Vitalkapazität und Atemgrenzwert, wie graphisch dargestellt wurde, sehr gering.

Dem Untersuchungsergebnis zufolge muß angenommen werden, daß beim organisch Gesunden ein Teil der beim Sitzen in kyphotischer Haltung eingeschränkten Brustatmung durch eine vermehrte Zwerchfell-Flankenatmung kompensiert werden kann.

Zum Schluß meiner Ausführungen möchte ich Herrn Prof. Dr. H e g e m a n n danken für die Übernahme des Korreferates.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. S c h o b e r t h für die Überlassung des Themas, die wertvollen Hinweise, die er mir für die Bearbeitung gegeben hat, sowie für die Erstellung des Referates.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

A u b r y , L.: "Zur Entstehung von Knick- und Spreizfüßen", Ärztliche Praxis, Jhg.1954; Bd.6, S. 39.

B e n n i n g h o f f , Alfred: "Lehrbuch der Anatomie", Jhg.1949; Bd.1, S. 196-206.

H a g l u n d , P.: "Über die Wirbelsäulenverkrümmungen in einer Volksschule", Z.f.orthop.Chirurgie, Jhg.1910; Bd.25, S. 654.

H a s s e , C.: "Über die Atembewegungen des menschlichen Körpers", Arch.f.Anatomie u.Physiol., Jhg.1901, S. 273.

H a s s e l w a n d e r , A.: "Anatomische Nachrichten", Jhg.1948; Bd.1, S. 4-8.

v. H a y e k , H.: "Kongreß für Kreislaufforschung", Nauheim 1951, Ärztliche Praxis, Jhg.1951; Bd.3, S. 14.

Z.für Kreislaufforschung, Jhg.1951; Bd.40, S. 494.

H e i l m e y e r , Ludwig: "Taschenbuch der klinischen Funktionsprüfungen", Jhg.1958, S. 102-104.

H e r r m a n n s e n , J.: "Untersuchungen über die maximale Ventilationsgröße (AGW)", Z.exper.Med., Jhg.1933; Bd.90, S. 130-137.

K e i t h , A.: "Contribution to the human mechanism of respiration", Proc.of the Anat.Soc.of Gr.Britain and Irland, Jhg.1903.

K i s c h , F.: "Über die Vitalkapazität der Lunge und die respir. Zwerchfellexcursionen bei extrem Fettleibigen", Z.klin.Med., Jhg.1936; Bd.130, S. 429-438.

K o l b , O.: "Atmung und Haltung", Ärztliche Rundschau, Jhg.1924; Bd.7, S. 63.

L a n d e n , H.C.: "Der Atemgrenzwert als Maßstab resp. Leistungsfähigkeit", Beitrag klin.Tbk., Jhg.1949; Bd.102, S. 6-12.

L a n g e , F.: "Lehrbuch der Orthopädie", Fischerverlag-Jena, Jhg.1922.

M e t t e n l e i t e r , K.: "Die Bedeutung des Zwerchfelles für den Blutkreislauf", Z.f.Chirurg., Jhg.1925; Bd.188.

P f u h l , W.: "Zur Mechanik der Zwerchfellbewegung", Z.f.Konstitutionslehre, Jhg.1925; Bd.1/6, S. 158-177.

R a n k e , K.E.: "Tägliche Schulfreiübungen", Jhg.1914, S. 13-26.

R e i n , Hermann: "Physiologie des Menschen", 11.Auflage, Jhg.1955, S. 150-169.

R o h r e r , F.: "Physiologie der Atembewegung", Hdb.norm.u.path.Physiologie, Springer-Verlag Berlin, Jhg.1925; Bd.2, S. 70.

R o s s i e r , P.H.: "Physiologie und Pathologie der Atmung", Springer-Verlag, Jhg.1956, S. 70-80.

S c h e d e , Franz: "Grundlagen der körperlichen Erziehung", 3.Auflage, Ferd.Enke-Verlag Stuttgart, Jhg.1954, S. 66-90.

S c h m i t t , Johann Ludwig: "Atemheilkunst",
3.Auflage,
Hans Georg Müller-Verlag München,
S. 58-313.

S t r a c k e r , A.O.: "Hyper- und Hypolordose der Lendenwirbelsäule",
Z.f.Orthop.und ihre Grenzgebiete,
Jhg.1948; Bd.78, S. 265.

T i f f e n e a u , R. et D r u t e l , P.:
"L-epreuve du cycle respiratoire maximum pour l'étude spirographique de la ventilation pulmonaire",
Presse méd.,
Jhg.1952, S. 641-643.

W e i g e r , H.: "Einfache Methode zur Messung der Zwerchfellbeweglichkeit",
Jhg.1949; Bd.3, S. 340.

L e b e n s l a u f

Am 16.12.1930 wurde ich in Königshütte/Oberschlesien als Sohn des selbständigen Kaufmanns Hugo W a l u g a und seiner Ehefrau Pauline geboren.
Königshütte gehörte zu dieser Zeit zu Polen.
Im Jahre 1937 besuchte ich für kurze Zeit eine für Reichsdeutsche in Polen gebildete Minderheitsschule.
Noch im Jahre 1937 wurden meine Eltern, gemäß den damals in Polen geltenden Bestimmungen, als Reichsdeutsche nach Deutschland ausgewiesen.
Nach 4 Jahren Volksschule in Hindenburg/Oberschlesien trat ich in der gleichen Stadt im Jahre 1941 in die Oberschule für Jungen ein. Diese Schule besuchte ich bis zu unserer Vertreibung im Jahre 1945.
An meinem neuen Heimatort Coburg in Bayern vollendete ich am 6. Juli 1951 an der Oberrealschule Ernestinum meine Schulausbildung mit dem Abitur.
Auf Grund familiärer wirtschaftlicher Schwierigkeiten war ich gezwungen, ein Jahr in dem im Aufbau begriffenen elterlichen Betrieb mitzuarbeiten.
Im Sommersemester 1952 begann ich in Würzburg das Medizinstudium.
Im April 1955 legte ich an der Universität Erlangen die ärztliche Vorprüfung ab und beendete dort auch mein Medizinstudium am 17.7.1958 mit dem Staatsexamen mit der Note "gut".

Während meiner Medizinalassistentenzeit war ich an der Medizinischen Abteilung und an der Chirurgischen Abteilung des Landkrankenhauses Coburg sowie an einer Privatklinik für Frauenkrankheiten, Geburtshilfe und Strahlenheilkunde in Coburg tätig.
Am 14.9.1960 erhielt ich meine Bestallung als Arzt.
Seitdem bin ich als Assistenzarzt an der Chirurgischen Abteilung des Landkrankenhauses Coburg angestellt.

GEDRUCKT BEI LUDWIG MÜLLER ERLANGEN